Längenfehler und Ausgangsmeridiane in alten Landkarten und Positionstabellen

Gustav Forstner

Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der Ingenieurwissenschaften.
Eingereicht bei der Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen an der Universität der Bundeswehr München am 12. Oktober 2004.

Promotionsausschuß:

Vorsitzender:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Karl-Heinz Thiemann
1. Berichterstatter:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Kurt Brunner
2. Berichterstatter:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Albert Schödlbauer

Tag der mündlichen Prüfung: 10. März 2005

Inhaltsverzeichnis

Notation der Zitate

Literaturzitate

/ ... /	Literatur vor 1800
[...]	Literatur ab 1800, Monographien
[* ...]	Literatur ab 1800, Arbeiten in Sammelwerken, Kennzeichnung nur im Literaturverzeichnis
' ... '	Literaturzitat
| ... |	Auslassung in einem Zitat
... '	abgebrochenes Zitat
... | ...	Zeilenumbruch im Originaltext des Literaturzitats

Karten- und Tabellenzitate

< ... >	Titel einer Einzelkarte oder eines Globus
\ ... \	Titel einer Atlaskarte
« ... »	Titel einer Kartenreproduktion aus Sammelwerken
‹ ... ›	Titel einer Tabelle

Eine einwandfreie Unterscheidung zwischen Einzel- und Atlaskarten ist nicht immer möglich. Als Einzelkarten in Sammlungen vorliegende Exemplare können aus zerlegten Atlanten stammen. Auch wurden als Einzelkarten herausgegebene Karten später oft in Atlanten eingebunden.

Abkürzungen von Zusatzinformationen in den Tabellen:

Atlantische Inseln:

AZ	Azoren
KV	Kap Verdische Inseln
KA	Kanaren

Kurzbezeichnungen von Karten:

WK	Weltkarte
PL	Planiglobe
EK	Europakarte
AFK	Afrikakarte
AMK	Amerikakarte
ATL	Atlantikkarte

Zahlenformate:

	MASSEINHEITEN	BEZEICHNUNG	NACHKOMMA-STELLEN / ZAHLENFORMAT
Gradmaß	Grad-Minuten-(Sekunden)	$^{\circ}$ $^{\prime}$ $(^{\prime\prime})$	2 (4) / ggg,mm(ss)
Gradmaß	Grad-Bruchteile dezimal	GRAD	4 / ggg,gggg
Zeitunterschied	Stunden-Minuten-(Sekunden)	^{h} ^{m} $^{(s)}$	2 (4) / hh,mm(ss)

Glossar und Begriffsbestimmungen

Die Erde

Die Erde als Kugel (s. Abschnitt 1.1.1)

Für die folgenden Untersuchungen wird die Erde als eine dem internationalen Ellipsoid WGS 1984 oberflächengleiche Kugel betrachtet. Der Radius dieser Kugel beträgt 6.371,01 km, die Länge des Meridian- bzw. Äquatorgrads folgt daraus mit 111,20 km.

Äquator

Der Äquator ist die Schnittlinie einer durch den Erdmittelpunkt gehenden und senkrecht auf die Rotationsachse stehenden Ebene mit der Kugeloberfläche. Jeder Punkt des Äquators ist von beiden Polen gleich weit entfernt und er ist der einzige Großkreis unter allen Breitenkreisen.

Pole

Der Nord- und Süd-Pol sind die Durchstoßpunkte der Rotationsachse der Erde mit der Kugeloberfläche.

Das geographische Koordinatensystem (s. Abschnitt 1.2.1)

Meridiane

Meridiane sind Schnittlinien von Ebenen, welche die Rotationsachse der Erde enthalten, mit der Kugeloberfläche. Die Meridiane sind Großkreise, die sich in den Polen schneiden.

Parallel - oder Breitenkreise

Die Breitenkreise sind Schnittlinien von parallel zum Äquator liegenden Ebenen mit der Kugeloberfläche. Der Umfang der Breitenkreise liegt zwischen 40.030,24 km am Äquator und 0,00 km an den Polen. Die Erde dreht sich in 24 Stunden einmal um ihre Rotationsachse.

Ausgangsmeridiane oder Nullmeridiane der Längenzählung

Die Längen der Ortsmeridiane werden auf der Erdkugel nach Ost und West ab dem Ausgangs- oder Nullmeridian gezählt. Der Ausgangsmeridian der Längenzählung ist frei wählbar, weshalb vom 16. bis zum 19. Jahrhundert zahlreiche Meridiane dafür Verwendung fanden. Die heutigen Längenwerte beziehen sich auf den Meridian der Sternwarte Greenwich bei *London* (Abkürzung GR).

Die meisten früheren Ausgangsmeridiane waren durch atlantische Inseln festgelegt. Der Längenabstand dieser Ausgangsmeridiane zum europäischen Festland war aber nur ungenau bekannt. Später wurden die Ausgangsmeridiane durch die Kippachsen der Transitinstrumente verschiedener Sternwarten realisiert.

Geographische Länge λ

Die geographische Länge λ eines Ortes ist der Winkel zwischen der Meridianebene dieses Ortes und jener des Ausgangsmeridians der Längenzählung. Die Zählung der Längen erfolgt nach Osten von 0° bis +180° und nach Westen von 0° bis -180°. In alten Karten und auch in der moderne Geodäsie wird häufig eine Längenzählung von 0° bis 360° nach Osten hin verwendet.

Geographische Breite φ

Die geographische Breite φ eines Ortes ist der Winkel zwischen dem Schnittpunkt des Ortsmeridians mit dem Äquator, dem Erdmittelpunkt und der Linie vom Erdmittelpunkt zum betreffenden Ort. Die Zählung der Breiten erfolgt vom Äquator zu den Polen hin, nach Norden von 0° bis +90° nach Süden von 0° bis -90°. Damit hat der Äquator, als Referenzlinie der Breitenwerte, definitionsgemäß die Breite 0°. Die Pole haben die Breiten ±90°.

Abbildungen der Erde

Globen

Globen sind verkleinerte Abbildungen der Erde.

Landkarten

Landkarten sind verkleinerte Abbildungen der Erdoberfläche oder einzelner ihrer Regionen in einer Ebene. Je nach Umfang des dargestellten Gebiets werden in dieser Arbeit Welt- oder Erd-, Erdteil- und Regionalkarten unterschieden. Die an den Kartenrändern aufgetragene Gradierung, das heißt der Gradrahmen um das Kartenbild, dient zur Orientierung des Benutzers.

Geographische Positionstabellen

Geographische Positionstabellen enthalten die Ortsnamen und die dazugehörigen Längen- und Breitenwerte der Ortspositionen. Der Ausgangsmeridian der Längenzählung wird entweder angeführt oder ist durch den Längenwert 0°00' in der Tabelle zu erkennen. Positionstabellen enthalten, verglichen mit Landkarten, weniger Einzelheiten, doch sind die Angaben meist schärfer erfaßbar.

Netzentwürfe (s. Abschnitt 3.4)

Netzentwürfe entstehen durch die Übertragung der Oberfläche der Projektionskugel nach bestimmten Abbildungsvorschriften in die Ebene. Die längentreue Abbildung einer Kugeloberfläche in einer Ebene ist nicht möglich, wohl aber winkel- und flächentreue Abbildungen. Zur Übertragung des Gradnetzes von der Erdoberfläche in eine Ebene wird zuerst ein verkleinertes Abbild der Erde, die sogenannte Projektionskugel entworfen. Die Punkte des Gradnetzes auf der Oberfläche der Projektionskugel werden nach bestimmten, dem Gebiet und dem Verwendungszweck der Karte angepaßten, Übertragungsvorschriften in die Kartenebene abgebildet. Die Verbindungslinien dieser Punkte ergeben das Gradnetz der Landkarte.

Kartenmaßstäbe (s. Abschnitt 3.5)

Als Kartenmaßstab gilt das lineare Verkleinerungsverhältnis der Karte gegenüber der Natur. Die übliche Form der Angabe des numerischen Kartenmaßstabes ist:

$$M = 1 : m$$

wobei m als Maßstabszahl oder Maßstabsfaktor bezeichnet wird. Die Maßstabszahl ist das Verhältnis einer Naturstrecke s zur Kartenstrecke s'.

$$m = s / s'$$

Da es keine längentreuen Karten gibt, ändert sich der Maßstab theoretisch kontinuierlich über die Kartenfläche. Dies spielt jedoch nur bei kleinmaßstäblichen Karten, die einen größeren Teil der Erdoberfläche darstellen, eine Rolle, da in diesen Fällen starke Verzerrungen über die Kartenfläche auftreten. Je nach Netzentwurf

können sich aber auch bei diesen Karten längentreue Meridiane oder Breitenkreise, die zur Maßstabsbestimmung herangezogen werden können, im Kartenbild befinden.

In Abschnitt 4 werden für die untersuchten Karten die entsprechenden Maßstäbe angegeben. Da die Voraussetzung einer klaren Identifikation des Netzentwurfes aber nicht immer gegeben ist, werden verschiedene Bezeichnungen für die Maßstäbe verwendet:

- Äquatormaßstab: Bei identifizierten Netzentwürfen der sich entlang des Äquators ergebende Maßstab. Er entspricht dem Verhältnis des Erdradius zum Radius der Projektionskugel (Kugelmaßstab).
- Maßstab: Bei nicht identifiziertem Netzentwurf gemessene Maßstäbe entlang des Äquators oder des Zentralmeridians des Netzentwurfs. Diese Bezeichnung wird auch für nach verschiedenen Methoden ermittelte Maßstabszahlen verwendet. Wurde der Maßstab einer Quelle entnommen, z. B. bei Vorliegen einer verkleinerten Kopie der Altkarte, so wurde die Quelle angegeben.
- Durchmesser: Bei Planigloben kann der Maßstab, bei gleichem Durchmesser, im Verhältnis 1 : 2 schwanken. Die Angabe des Durchmessers der Planigloben ist daher bezüglich des Kartenbildes aussagekräftiger als die Angabe eines Maßstabs.

Alte Längenmaße

Die in der Kartographie verwendeten Meilen unterschieden sich von jenen, die normalerweise zu Längenmessungen gebrauchten wurden, durch ihre Definition über die Länge eines Meridian- bzw. Äquatorgrads. Damit hing die Länge der kartographischen Meilen von den Annahmen über den Erdumfang ab. So betrug z. B. die Länge einer

- gemeinen deutschen Meile	1/15	eines Grades
- spanischen Legua	1/17,5	eines Grades
- französischen Lieue	1/20	eines Grades

Die in den verschiedenen Ländern im täglichen Leben verwendeten Meilen beruhten meist auf dem Vielfachen von unterschiedlichen Fußlängen. Die wichtigsten dieser Längenmaße sind die

- Die französische Toise du Pérou. Sie war bis ins 19. Jahrhundert am Kontinent ein Standardmaß für wissenschaftliche Zwecke. Im österreichischen Militärwesen wurde sie z. B. einheitlich als Fortifikationsklafter im Gesamtgebiet der Monarchie verwendet. Ihre Länge beträgt 1,94903631 m. Sie ist in 6' Pieds du Roi (Fuß, 324,88 mm), 72" (Zoll, 27,07 mm) bzw. 864''' (Linien, 2,26 mm) geteilt.
- Die römische milia. Sie ist in 1.000 passi (Doppelschritte) gleich 5.000 pedes (je 295,70 mm) geteilt. Ihre Länge betrug 1478,5 m.
- Die rheinländische Rute. Ihre Länge betrug 3,766242 m und sie war in 12 rheinische Fuß von 313,8535 mm geteilt. Die preußische Meile mit einer Länge von 7532,484 m entsprach 2000 rheinländischen Ruten.

Längen- und Breitenfehler (s. Abschnitt 3.2.1)

Der positive Längen- und Breitenfehler ($\Delta\lambda$ und $\Delta\varphi$) wird als jener Fehler definiert, bei dem der IST-Wert weiter von der Referenzlinie entfernt ist als der SOLL-Wert. Die IST-Werte entsprechen den den alten Karten und Tabellen entnommenen Werten, die SOLL-Werte sind deren heutige Entsprechungen.

0 Ausgangslage und Ziel der Untersuchungen

Die Feststellung der Lage der früher verwendeten Ausgangsmeridiane der Längenzählung bereitet in Welt[1]- oder gegebenenfalls auch Erdteilkarten meist keine Schwierigkeiten. Es gibt aber kaum Untersuchungen, die sich mit der Verwendung dieser Ausgangsmeridiane durch die alten Kartographen beschäftigen. Dies gilt vor allem für die Regionalkarten, die diese Meridiane nur in Ausnahmefällen enthalten. Auch wurden die in den alten Karten und geographischen Tabellen auftretenden Längenfehler bisher noch nicht systematisch untersucht. Ohne Kenntnis der unterschiedlichen Annahmen der alten Kartographen und Astronomen über die Längenverhältnisse zwischen dem Ausgangsmeridian der Längenzählung und dem östlichen Mittelmeer kann aber eine Rückrechnung auf die Ausgangsmeridiane von Regionalkarten Mitteleuropas nicht zielführend sein. Diese Situation wurde von *Peter Meurer* folgendermaßen zusammengefaßt: 'Eine spezielle Literatur zur Längen-Analyse in der Altkarten-Forschung ist praktisch nicht vorhanden.' [MEURER 1983][2]

Die folgende Übersicht beschreibt die allgemeine Entwicklung auf dem Gebiet der Ausgangsmeridiane der Längenzählung vom 15. bis zum 20. Jahrhundert:

- **15. und 16. Jahrhundert:** Die Geographie des *Claudius Ptolemäus* (um 100-180 n. Chr.) beherrschte weitgehend die geographischen Vorstellungen dieser Zeit. Danach war der Ausgangsmeridian, von wenigen Ausnahmen in den geographischen Tabellen von Ephemeriden abgesehen, durch die *Insulae Fortunatae,* den *Kanarischen Inseln* festgelegt. Der Ausgangsmeridian selbst war mit 60½° Abstand von *Alexandria*, dem eigentlichen Ausgangsmeridian, definiert. Die Längenfehler zwischen *Lissabon* und *Alexandretta*, am Ost-Ende des Mittelmeers, waren hauptsächlich auf die Überschätzung der Längsachse des Mittelmeers um 20°, bzw. etwa 50 %, durch *Ptolemäus* zurückzuführen. Dieser systematischen Fehler wurde aber durch Unterschätzung der atlantischen Längen in bestimmten Bereichen vermindert beziehungsweise ausgeglichen. Vereinzelt wurde die Längsachse des Mittelmeers von einigen Kartographen bereits gekürzt.
- **Wende zum 17. Jahrhundert:** *Gerhard Mercator* (1512-1594) verbesserte die ptolemäischen Koordinaten und verbesserte dessen Fehler der Längsachse des Mittelmeers um etwa 9°. Er verwendete als erster Kartograph zwischen 1538 und 1569 insgesamt drei verschiedene Ausgangsmeridiane der Längenzählung. Der letztlich von ihm gewählte Meridian von *Boa Vista*, der östlichsten Insel der *Kap Verden*, entsprach damals der Nullisogone, der Linie gleicher magnetischer und astronomischer Nordrichtung. Er glaubte damit einen natürlichen Ausgangsmeridian der Längenzählung gefunden zu haben. Damit begann die Verwendung einer Vielzahl unterschiedlich definierter Ausgangsmeridiane in der Kartographie für die nächsten zwei Jahrhunderte.
- **17. Jahrhundert:** Verbesserung der geographischen Positionen. Parallel dazu wurden aber immer noch vereinzelt die ptolemäischen Koordinaten verwendet. Auf dem Gebiet der Ausgangsmeridiane brach Anarchie aus. Auch ein Edikt des französischen *Königs Ludwig XIII.* von 1634, mit dem die Westspitze von *Ferro*, der westlichsten Insel der *Kanaren*, verbindlich als Ausgangsmeridian der Längenzählung für französische Kartographen vorgeschrieben wurde, zeigte wenig Wirkung. Das Problem der Bestimmung des Abstands dieses Meridians vom europäischen Festland blieb noch lange ungelöst.
- **Wende zum 18. Jahrhundert:** *Jean-Mathieu de Chazelles* (1657-1710) bestimmte im Auftrag der Pariser Akademie der Wissenschaften für einige Orte im Gebiet des östlichen Mittelmeers die Längenunterschiede zu *Paris*. *Guillaume Delisle* (1675-1726) stellte die Kartographie auf eine neue Grundlage. Er setzte ab 1724 die Definition des Ferro-Meridians mit 20° westlich der Pariser Sternwarte durch. Die Kontinente konnten jetzt in realistischer Form dargestellt werden.

---

[1] heute auch als Erdkarten bezeichnet

[2] [...] Literaturzitate von Monographien nach 1800

- **18. Jahrhundert:** Die geographischen Koordinaten wurden weiter verbessert. Mit *John Harrisons* (1693-1776) Timekeeper H4 und *Johann Tobias Mayers* (1723-1762) Mondtafeln war das Längenproblem, auch zur See, im Prinzip gelöst. Systematische terrestrische Vermessungen begannen. Der Ausgangsmeridian von *Ferro*, nach der Definition von *Delisle*, setzt sich am Kontinent langsam durch. Der ptolemäische Längenfehler wurde endgültig überwunden. In der zweiten Hälfte des Jahrhunderts begannen in Europa flächendeckende Vermessungen, die weitgehend durch staatliche Institutionen, meist im militärischem Bereich angesiedelt, durchgeführt wurden.
- **Wende zum 19. Jahrhundert:** Alle Karten zeigten realistische geographische Koordinaten. Am Kontinent wurden fast nur noch *Ferro* und *Paris* als Ausgangsmeridiane verwendet. Die Karten des englischen Herrschaftsbereichs und die meisten Seekarten bezogen sich auf den Meridian der Sternwarte *Greenwich.* In der napoleonischen Zeit gingen zahlreiche alte Privatverlage zugrunde und wurden teilweise durch Neugründungen ersetzt..
- **19. Jahrhundert:** Verfeinerung der Karten durch die einen Großteil der Welt überziehenden Landesvermessungen. In der zweiten Hälfte des Jahrhunderts gewann der von der Seefahrt schon immer bevorzugte Meridian der Sternwarte *Greenwich* immer mehr an Bedeutung.
- **Wende zum 20. Jahrhundert:** Der Meridian der Sternwarte *Greenwich* setzte sich endgültig durch.

Die erste bekannte Monographie zum Thema der Ausgangsmeridiane der Längenzählung erschien 1913 als Dissertation von *Heinrich Haag* und beschäftigte sich vor allem mit den historischen Gesichtspunkten des Problems [HAAG 1913]. Die wenigen bekannten numerischen Untersuchungen zur Frage der Ausgangsmeridiane von Regionalkarten von *Eduard Imhof* und *Hans Kleinn* gingen von den Längenwerten einzelner Orte der Regionalkarten aus [IMHOF 1945; KLEINN 1981a,b]. Nach Umrechnung dieser Längenwerte auf den Ausgangsmeridian von *Greenwich* wurde dann auf die alten Ausgangsmeridiane zurückgeschlossen. Diese Rechnungen berücksichtigten aber nicht die unterschiedlichen Längenfehler im Atlantik und am Festland, wie sie bei den früheren Kartographen auftraten. Die Untersuchungen führten daher nicht zu den wirklich verwendeten Ausgangsmeridianen und zogen zum Teil falsche Schlüsse über die innere Genauigkeit der Längensysteme nach sich. Alle diese Ergebnisse und auch die oft erstaunlich genau erscheinenden Längenbestimmungen verschiedener mitteleuropäischer Orte sind nicht relevant, da sich bei diesen summarischen Betrachtungen die Fehler für bestimmte Längenbereiche gegenseitig häufig aufheben. Im allgemeinen wurden nämlich, zumindest bis zur Mitte des 17. Jahrhunderts, die atlantischen Längen unter-, die Festlandslängen aber überschätzt. Diese Fehlerkomponenten änderten sich aber im Laufe der Zeit und wurden auch von gleichzeitig arbeitenden Kartographen unterschiedlich angenommen. Damit ist eine einfache Rückrechnung von der gegebenen Länge eines bestimmten Ortes in Regionalkarten, die den Nullmeridian nicht enthalten, auf den der Längenzählung zugrunde liegenden Ausgangsmeridian nicht möglich.

Die nachfolgende Arbeit wird zuerst die Fehler in den Längenvorstellungen der früheren Kartographen zwischen ihren Ausgangsmeridianen und dem Ost-Ende des Mittelmeers untersuchen. Es wird gezeigt, daß sich die Überschätzung der Längsausdehnung des Mittelmeers durch *Ptolemäus* bis in das 18. Jahrhundert hinein systematisch auswirkte. Die Vorstellungen über die atlantischen Längenverhältnisse waren damals jedoch erratisch und lassen keine Tendenz erkennen. Diese Fehlerkomponenten werden durch die Auswertung von Welt- und Erdteilkarten bzw. geographischen Tabellen, wie sie auch in den astronomischen Ephemeriden enthalten sind, für die verschiedenen Kartographen und Astronomen bestimmt. Sie dienen dann als Grundlage für die Rückrechnung auf die von den Kartographen beabsichtigten Ausgangsmeridiane der Regionalkarten.

Die geographischen Tabellen, in denen die Ausgangsmeridiane mit der Länge 0° auftreten, oder auch im Text festgehalten werden, sind einfach auszuwerten. In den Atlanten stellten die Welt- und Erdteilkarten meist, aber nicht immer, ein Programm dar, auf das gegebenenfalls auch im Textteil hingewiesen wird. Diese Systematik konnte aber, zumindest bis zum Ende des 18. Jahrhunderts, insbesondere auf dem Gebiet der

Regionalkarten nur selten durchgehalten werden. Die Ursachen hierfür waren offensichtlich die unterschiedliche Herkunft dieser Karten oder es wurden auch ältere Kupferplatten, aus Kostengründen ohne Längenkorrektur, weiter verwendet. Es waren daher auch in zahlreichen Atlanten verschiedene Ausgangsmeridiane festzustellen. Ausnahmen bilden nur Kartographen wie Gerhard Mercator, Frederick de Wit oder im 18. Jahrhundert Jean-Baptiste Bourguignon d'Anville und Franz Anton Schrämbl.

Diese Untersuchung beschäftigt sich mit den Ausgangsmeridianen von alten Karten Mitteleuropas. Zu deren Feststellung ist die Kenntnis der jeweiligen Fehler des betreffenden Längensystems, zu dem diese Karte gehört, erforderlich. Die Längenfehler der verschiedenen Quellen wurden daher, soweit möglich, im Bereich zwischen den atlantischen Inselgruppen und dem Ost-Ende des Mittelmeers untersucht. In Nord-Süd Richtung wurden am Festland Längenwerte von Orten zwischen den Breiten von Kopenhagen und Kairo bestimmt. Der zeitliche Rahmen dieser Untersuchung reicht vom Erscheinen der ersten gedruckten Positionstabellen und Karten an der Wende vom 15. zum 16. Jahrhundert bis etwa 1800. Zu diesem Zeitpunkt war die Technik bereits so weit fortgeschritten, daß die Längen zur See mit der gleichen Genauigkeit wie die Breiten bestimmt werden konnten. Durch den Aufbau staatlicher Institutionen für das Vermessungswesen erfolgten ab Ende des 18. Jahrhunderts umfangreiche, auf wissenschaftlicher Grundlage durchgeführte, Kataster- und Landesaufnahmen. Die damit erzielte Genauigkeit der Karten erlaubt es ohne Probleme, auf den jeweiligen Ausgangsmeridian zurückzurechnen. Es tauchten damals aber eine Vielzahl neuer, lokaler Ausgangsmeridiane auf, die oft auch als Bezugsmeridiane für Nationalkarten Verwendung fanden. Diese Meridiane waren durch ihre Längenunterschiede zu *Paris* oder *Greenwich* genau definiert und können auch als verdeckte Meridiane dieser Sternwarten betrachtet werden. Eine Untersuchung dieser komplexen Entwicklung muß einer eigenen Arbeit vorbehalten bleiben.

Über die Ausgangsmeridiane der Längenzählung wurden bisher keine Arbeit veröffentlicht, die einen nachvollziehbaren Überblick über die von den verschiedenen Kartographen oder Astronomen verwendeten Ausgangsmeridiane gibt. Auch das mit dieser Frage eng zusammenhängende Problem der Längenfehler früherer Landkarten, welche die Längenwerte der verschiedenen Orte zum Teil stark verzerrten, wurde noch nicht untersucht. Ziel dieser Untersuchung ist es daher, die Längenfehler der alten Kartographen, bezogen auf ihre verschiedene Ausgangsmeridiane, zu untersuchen und ein Hilfsmittel zu schaffen, mit dem sich die Ausgangsmeridiane von Regionalkarten bestimmen lassen. Ist dies in Überschneidungsbereichen nicht eindeutig möglich, so sollen zumindest die Gruppe, zu der dieser Meridian gehört, eingegrenzt werden können.

1 Die Gestalt der Erde und die geographischen Koordinaten

Da sich die im Folgenden angestellten Überlegungen alle, zumindest bis in das 18. Jahrhundert hinein, auf eine Kugelgestalt der Erde beziehen, werden als Vergleichswerte die Maße der dem internationalen Ellipsoid WGS 1984 oberflächengleichen Kugel verwendet. Der Radius dieser Kugel mißt 6371,01 km, die Länge des Meridiangrads beträgt 111,20 km. Die Zulässigkeit dieser Vereinfachung wird in Abschnitt 1.3.3 untersucht.

1.1 Die Bestimmung der Größe und der Gestalt der Erde

Die ältesten Völker hielten die Erde zweifellos für eine flache Scheibe, so wie sie sich ihren Augen zeigte. Unterschiedliche Auffassungen bestanden über ihre Begrenzung und über ihre Fixierung im Hinblick auf das Himmelsgewölbe.

1.1.1 Die Erde als Kugel

Die Idee einer Kugelgestalt der Erde scheint zuerst von den Pythagoräern, auf Grund metaphysischer Spekulationen im 6. Jahrhundert v. Chr. verbreitet worden zu sein. *Thales* (um 624-546 v. Chr.) und *Anaximander von Milet* (um 610-546 v. Chr.) verteidigten bereits die Kugelgestalt der Erde und *Aristoteles* (384-322 v. Chr.) gab dafür schon mehrere Beweise. Er lieferte für diese Gestalt auch eine theoretische Begründung, die auf der Schwere aller Teilchen beruhte. Sowohl von *Aristoteles* als auch von *Archimedes* (um 287-212 v. Chr.) sind Schätzungen für den Erdumfang mit 400.000 bzw. 300.000 Stadien überliefert, wobei über die Methoden, mit denen sie zu diesen Werten kamen, nichts bekannt ist. Legt man für diese Werte das Stadion des *Eratothenes* nach *Hultsch* zugrunde so ergeben sich als Erdumfang 63.000 km bzw. 47.000 km. Bei der Verwendung des attischen Stadions würden sich diese Werte noch einmal um etwa 17 % vergrößern.

Die erste, auf einem wissenschaftlich nachvollziehbarem Konzept beruhende Messung des Erdumfangs nahm *Eratosthenes von Kyrene* (um 275-195 v. Chr.) vor. Er stellte, wie ist nicht genau bekannt, die Länge des Meridianbogens zwischen *Syene* (*Assuan*), das er als genau auf dem nördlichen Wendekreis gelegen annahm, und *Alexandria* fest. Den Unterschied der Sonnenhöhen, der beiden Orte zur Zeit des Äquinoktiums, setzte er mit der Länge des Meridianbogens in Beziehung. Er fand den Erdumfang zu 250.000, nach anderen Quellen zu 252.000 Stadien. Eine Aussage über die Güte dieser Größenbestimmung hängt davon ab, welche der zahlreichen Stadien man als Stadion des Eratosthenes in die Rechnung einsetzt. Folgt man den Argumenten von *Friedrich Hultsch* so ergeben die 252.000 Stadien einen Erdumfang von 39.700 km [HULTSCH 1882, S. 63]. Eingehende Überlegungen zu den Längenverhältnisse der verschiedenen Stadien untereinander und zu den anderen, *Eratosthenes* zur Verfügung stehenden Hilfsmittel, führten auch *Dieter Lelgemann* zur Ansicht, daß der durch ihn ermittelte Wert für den Umfang der Erdkugel bei 40.005 km oder 40.307 km lag. Dieses Ergebnis würde nur einen Fehler von unter 1 % aufweisen. Andere Annahmen bezüglich der Länge des Stadions führen zu einem Erdumfang von 46.200 km [LELGEMANN 2001, S. 224].

Eine zweite Messung des Erdumfangs erfolgte durch *Poseidonius von Apamea* (um 135-51 v. Chr.) etwa 80 v. Chr. Er verwendete dazu die unterschiedlichen Polhöhen des Sterns Canopus auf *Rhodos* und in *Alexandria*. Trotz der großen Unsicherheit bezüglich der Nord-Süd Entfernung der Beobachtungsorte und der Tatsache, daß zwischen ihnen ein Längenunterschied von etwa 1°45' besteht, kam das Ergebnis mit 240.000, nach anderen Quellen nur 180.000, Stadien dem des *Eratosthenes* nahe. Es wird aber vermutet, daß es sich bei *Poseidonius* um eine andere Definition der Länge des Stadions handelt als jener, die von *Eratosthenes* verwendet wurde.

Erst nach etwa 900 Jahren gab es den nächsten Versuch durch die Araber, die Länge eines Meridiangrads zu bestimmen. Der *Kalif al-Ma'mun* (reg. 813-833) ließ 827 in der mesopotamischen Wüste von einem be-

stimmten Punkt aus einen Grad nach Norden und Süden, jeweils mit Meßstangen, entlang eines Meridians vermessen. Das Ergebnis waren $56^2/_3$ arabische Meilen für die Länge eines Grades. Aber auch hier ergibt sich das Problem, daß die Länge der arabischen Meile nicht genau bekannt ist. Folgt man *Ernst Mayer* mit einer komplizierten Umrechnung so erhält man einen Meridianquadranten von 10.360 km bzw. 115,11 km für einen Meridiangrad. Ein Ergebnis, das nur etwa 3,5 % zu groß ist [MAYER 1876, S. 18]. Nach *Helmut Minow* lag die Länge des Meridiangrads, je nach angenommener Länge der 'schwarzen Elle', bei 110,7 bzw. 115,1 km. Der Fortschritt gegenüber den meisten älteren Bestimmungen der Gradlänge ist offensichtlich [MINOW 1979].

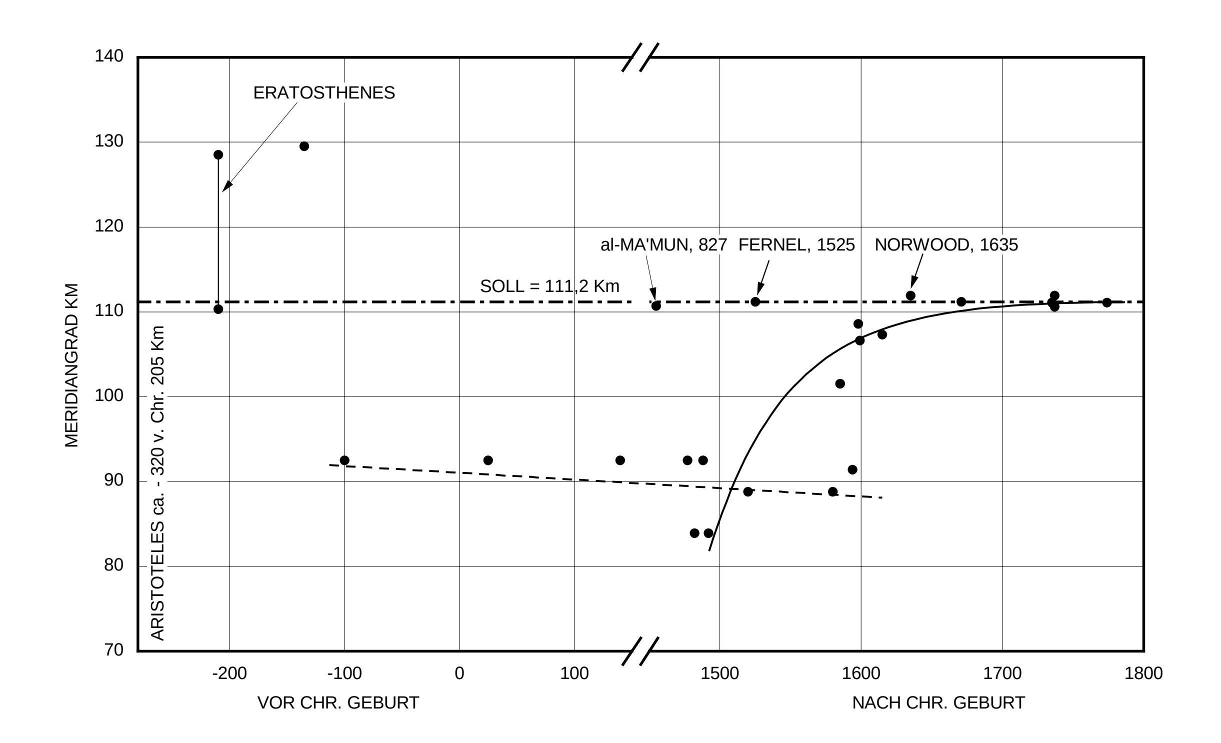


Abb. 1-1: Entwicklung der Ansichten über die Länge des Meridiangrads

Das Problem wurde erst nach weiteren 700 Jahren in Europa durch *Jean Fernel* (1497-1558), dem Leibarzt der *Königin Katharina von Medici*, wieder aufgenommen. Er fuhr mit einem Wagen von *Paris* so lange nach Norden in Richtung *Amiens,* bis er, nach astronomischen Beobachtungen, einen Breitengrad zurückgelegt hatte. Die zurückgelegte Distanz berechnete er nach den durch ein Zählwerk ermittelten Umdrehungen eines Wagenrads. Das Ergebnis von 56.747 Toisen wurde später, wegen der 1668 erfolgten Rekonstruktion der Toise durch *Abbé Jean Picard* (1620-1682), auf 57.070 Toisen korrigiert. Dies bedeutete den erstaunlich genauen Wert von 111,22 km pro Grad. Angesichts der bei dieser Bestimmung verwendeten Technik muß das Ergebnis als Zufallstreffer betrachtet werden, und *Willebrord Snellius van Roijen* (1580-1626) behauptete schon 1617, daß *Fernel* seine Zeitgenossen durch Blendwerk getäuscht habe [PESCHEL 1865, S. 355]. Das Verdienst von *Fernel* aber ist, daß er nach so langem Stillstand das Problem wieder in das Bewußtsein der europäischen Wissenschaft gebracht hat.

Vor der Mitte des 17. Jahrhunderts wurde der Erddurchmesser und damit die Länge des Meridiangrads sowie die davon abhängige geographische Meile allgemein zu niedrig angesetzt. Dies hatte natürlich Rückwirkungen auf die mittels zurückgelegter Strecken errechneten Meridiandifferenzen. Die Abbildung 1-1 gibt einen Überblick über die Entwicklung der Ansichten bezüglich des Durchmessers der Erde bzw. der Länge des Meridiangrads. Die Herkunft der Werte zeigt Tabelle 1-1 im Anhang.

Willebrord Snellius ging als Erster von der direkten Messung der Länge des Meridianbogens ab und zeigte, daß das gleiche Ergebnis durch die Messung von zusammenhängenden Dreiecken, also mit einer Triangulierung, erreicht werden konnte. Im Jahre 1615 maß er mit dieser Methode einen Bogen von etwas über 1° zwischen *Alkmar* und *Bergen-op-Zoom* in den Niederlanden. Er fand die Länge des Meridiangrads zu 55.021 Toisen (107,24 km), also etwa 3,5 % zu kurz.

Die erste englische Gradmessung von *Richard Norwood* (1590-1675) in den Jahren 1633-1635 zwischen *London* und *York* erfolgte nach einem 30 Jahre alten Plan von *Edward Wright* (um 1558-1615). Die Vermessung umfaßte einen Meridianbogen von 2°28' und wurde noch nach der alten Methode mit Meßketten durchgeführt. Nach Berücksichtigung der Abweichungen von der geraden Linie in Horizontal- aber auch in Vertikalrichtung ergab sich die Länge des Meridiangrads zu 69 Meilen, 4 Furlongs und 14 Poles, gleich 367.196 Fuß, gleich 57.424 Toisen bzw. 111,91 km. Der Fehler betrug also nur mehr etwas über 0,5 % [PESCHEL 1865, S. 355, Fußnote 3; MAYER 1876, S. 27; RAVENHILL 1976].

Die nicht übereinstimmenden Ergebnisse der Gradmessungen erweckten in *Paris* das Interesse der 1666 gegründeten Königlichen Akademie der Wissenschaften. Die Voraussetzungen für eine genaue Bestimmung der Erdmaße hatten sich durch die Verbesserung der Instrumente, wie z. B. die Erfindung des Fernrohrs mit Fadenkreuz, der Einführung der Triangulation durch *Snellius* und der von *John Napier* (1550-1617) berechneten Logarithmentafeln, entscheidend verbessert. Die Akademie erteilte daher dem Geodäten *Abbé Jean Picard* den Auftrag zu einer Vermessung des Meridians von *Paris*. *Picard* vermaß in den Jahren 1669/1670, nach der Methode von *Snellius*, einen Meridianbogen von 1°23' und fand für die Länge des Grads 57.060 Toisen, ein Resultat, das gegenüber dem SOLL-Wert nur mehr 20 m zu groß war. Da *Picard* der Ansicht war, daß diese Messung noch nicht genügte, um die genauen Abmessungen der Erde festzustellen, schlug er Minister *Colbert* (1619-1683) vor, den Meridian von *Paris* durch ganz Frankreich zu vermessen und diese Gelegenheit gleichzeitig für eine Landesaufnahme zu nützen. Diese Arbeit wurde 1680 von *Jean-Dominique Cassini* (1625-1712), *Pilippe de La Hire* (1640-1718) und *Giacomo Filippo Maraldi* (1665-1729) begonnen. Nach dem Tode *Colberts* wurden die Arbeiten jedoch für 20 Jahre unterbrochen und erst 1700 wieder aufgenommen. Die Ergebnisse dieser Gradmessung lagen 1716 vor. Mit diesen Vermessungen im Auftrag der Pariser Akademie der Wissenschaften war die Dimension der Erdkugel weitgehend festgestellt.

1.1.2 Die Erde als Rotationsellipsoid

Bisher war die Gestalt der Erde, ohne Beweise, immer als eine ideale Kugel vorausgesetzt worden. Im letzten Viertel des 17. Jahrhunderts ergaben sich aber einige Entwicklungen, die diese Annahme in Frage stellten.

Jean Richer (1630-1696) machte 1672 bei Pendelbeobachtungen in *Cayenne*, auf 5° Nord, die Entdeckung, daß dieses langsamer schwang als in Paris, und er, um die gleiche Pendelfrequenz wie in *Paris* zu erhalten, dessen Länge um $^{5}/_{4}$ Pariser Linien (2,82 mm) kürzen mußte. Die Tragweite dieser Entdeckung wurde zunächst übersehen und Beobachtungsfehlern zugeschrieben, obwohl *Richer* sein Pendel in *Paris* wieder genau auf die alte Länge einstellen mußte, um die ursprüngliche Frequenz zu erhalten. Nun postulierten *Sir Isaac Newton* (1643-1727) und zwei Jahre später *Christiaan Huygens* (1629-1695) aus rein physikalisch-theoretischen Überlegungen, basierend auf Betrachtungen der Schwer- und Zentrifugalkraft, daß die Erde ein an den Polen abgeplattetes Rotationsellipsoid sein müsse. *Newton* berechnete die Polabplattung für einen homogenen Erdkörper mit 1 : 230, *Huygens*, für eine Erde deren Masse im Mittelpunkt konzentriert war, mit 1 : 578. Da die Dichte der Erde von außen nach innen zunimmt, mußte der gesuchte Wert also zwischen diesen beiden Extremen liegen. Als weitere Belege für diese These wurden später die Ergebnisse der Pendelversuche *Richers* in *Paris* und *Cayenne* sowie die von *Cassini* entdeckte große Abplattung des Planeten Jupiter angeführt.

Die direkte Methode, die Form des Erdellipsoids festzulegen, waren Meridianvermessungen, da sich auf einem Ellipsoid die Länge des Meridiangrads vom Äquator zum Pol hin verlängert. Aus den Ergebnissen der

Vermessung des Pariser Meridians, sie zeigten eine Abnahme der Gradlänge vom Süden gegen den Norden hin, schloß *Jacques de Roubaix* 1719, daß die Erde, im Gegensatz zu der von *Newton* und *Huygens* vertretenen Ansicht, eine verlängerte Polachse besitze. *Johann Caspar Eisenschmid* (1656-1712) stellte in seiner bereits 1691 erschienenen Schrift 'Diatribe de figura telluris ellipticosphæroide' (Erörterungen der elliptisch-kugelförmigen Gestalt der Erde) alle Ergebnisse der bekannten Erdmessungen zusammen und versuchte, mit diesen Werten eine Verlängerung der Polachse nachzuweisen. Als Hauptvertreter dieser Theorie trat aber *Jacques Cassini* (1677-1756) 1720 mit seiner Arbeit 'De la grandeur et de la figure de la terre', die sich auf die Vermessung des Pariser Meridians stützte, hervor. Der Streit der Gelehrten war ziemlich heftig, das Problem konnte aber auf Basis der damals vorliegenden Daten nicht endgültig entschieden werden.

Um endgültig Klarheit über die Gestalt der Erde zu erhalten, übernahm wieder die Pariser Akademie der Wissenschaften die Initiative. Es wurden zwei Meridianvermessungen durchgeführt, eine am Äquator in Peru und eine in Lappland, wobei man der Ansicht war, daß bei diesem Breitenunterschied eventuelle Meßfehler nicht in der Lage wären, die prinzipiellen Unterschiede zu verfälschen. Die Messungen in Peru dauerten von 1735 bis 1746 und umfaßten einen Bogen von 3°07' auf dem Meridian von *Quito*. Die Vermessung in Lappland von 1736 bis 1737, in der Nähe von *Torneo*, erstreckte sich über 57' und wurde nicht mit der gleichen Genauigkeit, wie die Messung in Peru durchgeführt. 1740 verbesserte *César-François Cassini de Thury* (1714-1784) die alten Messungen am Meridian von *Paris* und es ergaben sich schließlich, zur Mitte des 18. Jahrhunderts, die in Tabelle 1-1 angeführten Meridiangradlängen als Gesamtergebnis. Damit war die Abplattung des Erdkörpers endgültig bewiesen.

Der nächste Anstoß für eine genaue Gradmessung, der bereits entscheidende Fortschritte im Instrumentenbau zugute kamen, entwickelte sich aus dem Wunsch, die Vielfalt der gebräuchlichen Maßsysteme auf Basis eines unveränderlichen Naturmaßes zu vereinheitlichen. Aus zahlreichen Vorschlägen kristallisierten sich schließlich zwei realistische Varianten zur Festlegung einer natürlichen Maßeinheit heraus:

- Entweder einen Teil des Meridianquadranten als Längennorm zu definieren oder
- die Länge des Sekundenpendels auf einer bestimmten Breite als Längeneinheit festzulegen.

Beide Vorschläge waren nicht neu. Der Astronom *Mouton* hatte in *Lyon* schon 1670 als Standardmaß die Länge einer Meridianminute bei kugelförmiger Erde vorgeschlagen und, entscheidend neu, die Dezimalteilung dieser Längeneinheit. Die Länge des Sekundenpendels hatte *Huygens* 1673 vorgeschlagen, allerdings ebenfalls noch unter der Annahme einer Kugelform der Erde. Später wurde dieser Vorschlag dann dahingehend modifiziert, die Länge des Pendels unter 45° Breite oder am Äquator zu verwenden.

Geographische Breite	Länge des Meridiangrads	
	Toisen	Meter
66°20' N	57.438	111.949
45°00' N	57.012	111.118
1°31' S	56.734	110.577

Tab. 1-1: Ergebnisse der französischen Meridiangradvermessungen um die Mitte des 18. Jahrhunderts

Um zu diesem Zweck die genaue Länge des Meridianquadranten zu bestimmen, beschloß Frankreich 1791 den Meridianbogen zwischen *Dünkirchen* und *Barcelona* zu vermessen, eine Arbeit die 1797 abgeschlossen war. Später wurde diese Messung, um den 45. Breitegrad in die Mitte des gemessenen Bogens zu bringen, bis auf die *Baleareninsel Formentera* ausgedehnt. Diese Vermessung eines Gesamtbogens von 12°22' wurde erst 1808 abgeschlossen. Aber schon am 1. August 1797 wurde die Länge des 'mètre définitif' als der zehn-millionste Teil des Erdquadranten definiert und im Verhältnis zur Toise du Pérou mit 443,296 Linien festgelegt.

Am 10. Dezember des gleichen Jahres wurde es als gesetzliches Maß in Frankreich eingeführt. England bevorzugte allerdings die andere Variante des Naturmaßes und führte bereits 1790 die Länge des Sekundenpendels auf der Breite von *London* und auf Meereshöhe als das gesetzliches Yard ein.

Die aus zahlreichen Messungen berechneten Werte für die Abplattung der Erde schwankten stark. Die meisten lagen aber zwischen 1 : 280 und 1 : 320. Während einige Geodäten versuchten, aus den vorhandenen Meßwerten ein dreiachsiges Ellipsoid abzuleiten, ging *Friedrich Wilhelm Bessel* (1784-1846) einen anderen Weg. Aus den zehn verläßlichsten Gradmessungen leitete er die Werte eines Ellipsoids derart ab, daß die Quadrate der Unterschiede zwischen den beobachteten und den berechneten Polhöhen ein Minimum wurden. Das Besselsche Ellipsoid von 1841, die Abplattung ist mit 1 : 299,153 ± 4,667 angegeben, diente noch 1995 als Bezugsfläche für sieben Landesvermessungen [MAYER 1876, S. 64; HECK 1995, S. 13].

1.1.3 Die Erde als Geoid

Bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts wurde vorausgesetzt, daß die Ozeane die Form eines Rotationsellipsoids hätten und die Lotlinien (Richtungen der Schwerkraft) mit den entsprechenden Ellipsoidnormalen zusammenfielen. In der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts stand aber fest, daß das Geoid stellenweise beachtlich von der Form des Ellipsoids abweicht und daß es, im Gegensatz zu jenem, nicht analytisch darstellbar ist.

Diese Entwicklung geht jedoch über den inhaltlichen Rahmen dieser Arbeit hinaus und wird daher nicht weiter behandelt.

1.2 Das geographische Koordinatensystem

1.2.1 Meridiane und Breitenkreise auf der Kugel

Die Einführung eines geographischen Koordinatensystems wird allgemein *Hipparch von Nizäa* (um 190-125 v. Chr.) zugeschrieben, der jedoch selbst *Eratosthenes von Kyrene* als Urheber des Gedankens bezeichnet [GÜNTHER 1890, S. 234, Fußnote 1]. Da die Geographen der Antike aber hauptsächlich mit Entfernungsangaben arbeiteten verwenden wir heute noch die, auf einer Kugel nicht sehr sinnvollen, Begriffe 'Länge' und 'Breite' für diese Koordinaten [MAYER 1879, S. 3].

Als naturgegebene Ausgangslinie für die Zählung in Süd/Nord bzw. Nord/Süd Richtung ergab sich auf der Kugel der Äquator. Dieser ist die Schnittlinie der auf die Rotationsachse senkrecht stehenden Ebene durch den Mittelpunkt der Erde mit der Kugeloberfläche. Er ist der einzige Großkreis unter allen Parallel- (Breiten-) Kreisen. Die beiden anderen Endpunkte dieses Zählsystems sind der Nord- und Süd-Pol, die durch die Durchstoßpunkte der Rotationsachse der Erde mit der Erdoberfläche festgelegt sind. So wird auch seit der Antike die Breite vom Äquator aus gegen den Nord-Pol mit 0° bis + 90° gezählt. Gegen den Süd-Pol hin erfolgt die Zählung von 0° bis - 90°.

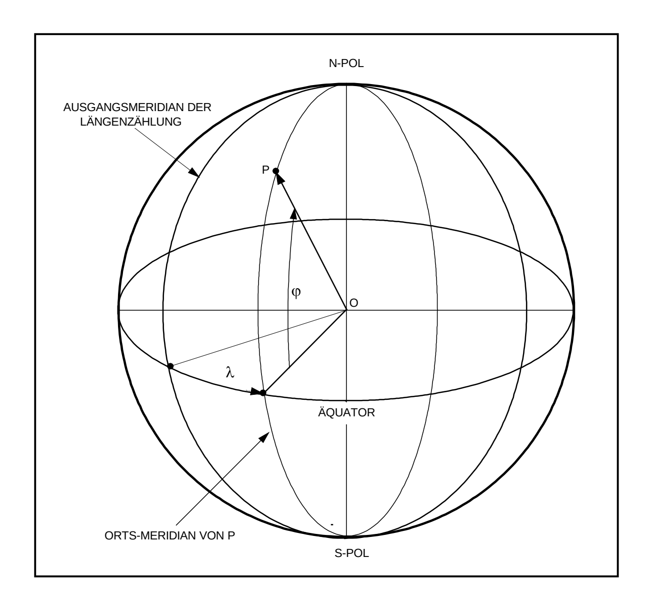


Abb. 1-2: Das geographische Koordinatensystem der Erde, Breitenwinkel φ und Längenwinkel λ

Das Koordinatensystem in West/Ost bzw. Ost/West Richtung besteht aus den sich an den Polen schneidenden Großkreisen, den Meridianen. Da es zwischen den Meridianen keine Unterschiede gibt, war die Festlegung des Koordinatensystems in Richtung der 'Länge' a priori nicht vorgegeben wie für die Breiten. Bei einem einmal festgelegten Ausgangsmeridian kann jedoch die Lage jedes Punktes der Erdoberfläche in West/Ost bzw. Ost/West Richtung, also seine Länge, als Winkeldifferenz der Meridianebene dieses Punktes zu jener des vereinbarten Nullmeridians angegeben werden. Diese Verhältnisse sind in Abbildung 1-2 für den Punkt P dargestellt. Die Breite des Punktes zeigt der Winkel φ, seine Länge, ab dem Ausgangsmeridian der Längenzählung, der Winkel λ. Da sich die Erde in 24 Stunden einmal um ihre Achse dreht, ist auch der Zeitunterschied zwischen zwei Punkten ein Äquivalent für diese Winkeldifferenz, wobei 1 Stunde 15 Längengraden entspricht. Zusammen mit der Breitenkoordinate kann die Position jedes beliebigen Punktes auf der Kugel- bzw. Ellipsoidoberfläche eindeutig festgelegt werden.

Da die Meridiane untereinander sozusagen gleichberechtigt sind, wurden im Laufe der Zeit deswegen auch eine ganze Reihe von sogenannten Ersten oder Nullmeridianen verwendet. Um das dabei entstandene Durcheinander, das bereits im 17. Jahrhundert beklagt wurde /VARENIUS 1715, S. 408; HAUBER 1724 S. 94, not. (a)/[3], zu beenden, suchte man lange nach einem natürlichen Ausgangspunkt, an dem das System hätte fixiert werden können. Nach der Entdeckung der säkularen Änderung der magnetischen Deklination durch *Henry Gellibrand* (1597-1636/37) im Jahre 1634 in *London* stand aber fest, daß auch die Nullisogone (Agone), d.h. der Meridian gleicher magnetischer und astronomischer Nordweisung, zeitabhängigen Änderungen unterworfen war [AUERBACH 1920, S. 1076; BALMER 1956, S. 175; KERTZ 1969, S. 142]. Als die Auswertungen der Meridianvermessungen im 19. Jahrhundert ergaben, daß die Erde auch kein 3-achsiges Ellipsoid ist - noch 1879 ließ *Ernst Mayer* diese Möglichkeit offen [MAYER 1879, S. 12] - fand sich am Erdumfang in West/Ost Richtung kein für diesen Zweck ausgezeichneter und damit geeigneter Punkt. Es mußte daher ein Konsens gesucht werden, um einen weitgehend von allen Nationen anerkannten Ausgangsmeridian festzulegen. Die lange dauernden Verhandlungen, bis zur allgemeinen Durchsetzung des Meridians der Sternwarte *Greenwich* als weltweit verwendeter Ausgangsmeridian der Längenzählung, sind in Kapitel 2.3 beschrieben.

1.2.2 Geodätische und astronomische Bezugssysteme auf dem Ellipsoid

Der Übergang von der Kugelgestalt auf ein zweiachsiges Rotationsellipsoid als Referenzkörper im 18./19. Jahrhundert erforderte zwar aufwendigere Berechnungen, es ergaben sich aber, da das Ellipsoid analytisch darstellbar ist, keine prinzipiellen Schwierigkeiten. Die Breitenkreise blieben Kreise, die Meridiankreise gingen in Ellipsen über, deren Exzentrizität durch die Erdabplattung gegeben war. Ein Unterschied ergab sich allerdings in der Definition des Breitenwinkels. Da die Lotrichtung jetzt nicht mehr durch die Normale auf einen Kreis, sondern auf einen elliptischen Meridian definiert war, ging sie nicht mehr durch das Schwerezentrum der Erde. Die ellipsoidische Breite B ist durch den Winkel definiert, den die Ellipsoidnormale mit der Äquatorebene einschließt (s. Abbildung 1-4). Die elliptischen Meridiane enthalten jedoch weiterhin die Rotationsachse der Erde in ihrer Ebene und der Längenwinkel ergibt sich zwischen der Ebene des Ortsmeridians und jener des Ausgangsmeridians der Längenzählung.

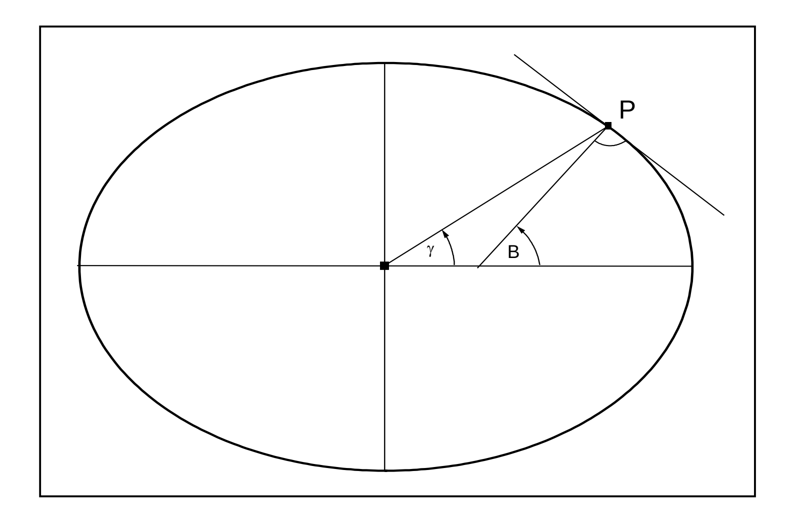


Abb. 1-3: Die geographische Breite B und die geozentrische Breite γ des Punktes P am Ellipsoid

[3] / ... / Literaturzitate vor 1800

1.3 Die Genauigkeit der Positionsbestimmungen

Um die Problematik der Bestimmung der früher verwendeten atlantischen Ausgangsmeridiane zu verstehen, muß man sich die Unsicherheit der Längenbestimmungen auf See und damit der Festlegung des Abstands dieser Inseln vom europäischen Festland vor Augen halten. Aber auch am Festland waren die Längenbestimmungen bis zum Anfang des 18. Jahrhunderts äußerst ungenau. Bezüglich der Genauigkeit der Längenangaben der atlantischen Inseln stellt *Eberhard David Hauber* (1695-1765) fest, daß die Länge keiner dieser Inseln astronomisch bestimmt wurde. Man könne daher, ohne einen Fehler zu begehen, den Ausgangsmeridian in beliebiger Entfernung von einem bekannten Punkt wie *Paris* annehmen, wie es *Cassini* tat /HAUBER 1724, S. 94 not. (a)/.

Die Genauigkeit der alten Landkarten wurde natürlich ganz wesentlich von der erreichbaren Präzision der astronomischen und terrestrischen Ortsbestimmungen beeinflußt, die wiederum eng mit der Entwicklung der entsprechenden Instrumente und Tabellenwerke verknüpft war. Dabei wurden auf dem Festland anfangs sicherlich nur die Breiten weniger Orte mehr oder minder genau astronomisch bestimmt, während die restlichen Werte mittels der Einschnittmethode auf Basis von Entfernungs- und Richtungsschätzungen, mit oft stark schleifenden Schnitten, eingetragen wurden. *Eberhard David Hauber* bemerkt hierzu, daß es zwischen *Straßburg* und *Nürnberg* keinen einzigen Ort gäbe, dessen Länge zuverlässig mit astronomischen Methoden bestimmt worden wäre /HAUBER 1724, S. 97 not. (a)/. Insgesamt ist über die Arbeitsmethoden der alten Kartographen bis zu den ersten systematischen Landesvermessungen wenig bekannt. Um das Jahr 1720 galten weltweit etwa 140 Positionen astronomisch genau bestimmt, davon 22 in Deutschland. Aber auch von diesen Bestimmungen entsprachen nur die neuesten den an sie gestellten Ansprüchen. Eine Liste dieser Ortspositionen findet sich auf der Karte \Basis Geographiæ Recentioris Astronomica\[4] (Astronomische Grundlagen der jüngeren Geographie) von *Johann Gabriel Doppelmeier* (1677-1750). Diese Genauigkeit der Ortskoordinaten, veröffentlicht bei *Johann Baptist Homann* (1664-1724) zwischen 1716 und 1720, reichte aber aus die Kartographie auf eine neue Grundlage zu stellen und die gröbsten Fehler der älteren Karten, hinsichtlich der Ausdehnungen der Kontinente, zu beseitigen [SANDLER 1882, S. 80].

Die Fehler der Längenmessungen waren, verglichen mit jenen der Breitenbestimmungen, ganz allgemein wesentlich größer. Dies ergab sich schon durch die Schwierigkeiten bei der Festlegung der Ausgangsmeridiane in Relation zum europäischen Festland, verursacht durch die Probleme der Zeitmessung, zum Teil auf schwankenden Schiffen und bei stark wechselnden Temperaturen. Bei der Annahme der Längenunterschiede zwischen dem europäischen Festland und den die Meridiane festlegenden Inseln war man ursprünglich ausschließlich auf Berichte von Seefahrern angewiesen. Obwohl die Erfindung des Logs, erstmals 1574 in England beschrieben, die Bestimmung der Geschwindigkeit der Schiffe, die vorher nur geschätzt werden konnte, verbesserte, [UHDEN 1935; FREIESLEBEN 1978, S. 56 ff] war es trotzdem wegen der dauernden durch Wind und Meeresströmungen erzwungenen Kurswechsel schwierig, die in gerader Richtung zurückgelegte Strecke genau festzustellen. Die im 16. und 17. Jahrhundert vorherrschende Methode zur Abschätzung der Position auf See war, mangels besserer Alternativen, die Koppelnavigation. *Edward Wright* schätzte 1599 die Fehlergröße bei der Koppelung eines zurückgelegten Wegs auf ±10%. 'Aber die Seefahrer können sich leicht um die Hälfte eines score (d.h. 10 Meilen) in 100 Meilen irren' [WAGNER 1915c]. Der Originaltext auf der Karte *Wrights* findet sich in Abschnitt 4.9.2.2. Der Astronom *Nevil Maskelyne* (1732-1811) bemerkte 1763 zu dieser Methode 'Five, ten or even fifteen degrees are errors which no one can be sure he may not fall into in the course of a long voyage' [PROVERBIO 1985].

Noch Mitte des 17. Jahrhundert kannte man den atlantischen Abstand Amerikas von der alten Welt im günstigsten Falle auf 3° bis 4° genau, wobei sich der Fehler zwischen *Kap Horn* und dem *Kap der Guten Hoffnung*, also in weniger gut bekannten Gebieten, auf 14° steigerte [PESCHEL 1865, S. 379]. Das wahrschein-

[4] \ ... \ Titel einer Atlaskarte

lich bekannteste Beispiel für die schweren Irrtümer bei der Längenbestimmung, auch in gut bekannten Gebieten, war die Annahme der Längsachse des Mittelmeers mit 62° anstatt 42°. Diese von *Claudius Ptolemäus* (um 100-180 n. Chr.) überlieferte Längsausdehnung des Mittelmeers wurde schon früh bezweifelt. Vereinzelt wurde, wie zum Beispiel bei *Erhard Radolt* 1483, *Johannes Ruysch* 1508 oder *Martin Waldseemüller* (um 1470-1518/21) 1516 die Längsachse bereits gekürzt, was aber wenig Folgen zeigte. *Gerhard Mercator* (1512-1594) setzte dann 1554 in seiner weit verbreiteten Europakarte die Länge auf 52° fest. Diese Darstellung wurde, infolge des großen Rufes der Arbeiten *Mercators*, über 100 Jahre von den Kartographen weitgehend akzeptiert. Noch um die Mitte des 18. Jahrhunderts zeigen z. B. die Erdteilkarten im 'Atlas Novus' von *Homann* den von *Mercator* vorgeschlagenen Entwurf. Eine Seekarte von *Willem Janszoon Blaeu* (1571-1638), soll die richtige Länge Mittelmeerachse mit 42° gezeigt haben, blieb aber in der Kartographie der Zeit weitgehend unbeachtet [SANDLER 1905, S. 2].

Erst 1693/94 wurden die Hauptorte des östlichen Mittelmeers von *Jean-Mathieu de Chazelles* (1657-1710), im Auftrag der Pariser Akademie der Wissenschaften, astronomisch genau bestimmt [SANDLER 1905, S. 2 und 8]. *J.-M. de Chazelles* war Professor für Hydrographie am 'Arsenal des Galères' in Marseille, arbeitete mit *Cassini* zusammen und war Koautor des Atlas 'Neptune François'. Im Zusammenhang mit der geplanten Ausgabe des zweiten Bands des 'Neptune François' über das Gebiet des Mittelmeers wurde *de Chazelles* 1693 von Minister *Pontchartrain* auf einer Galeere in das östliche Mittelmeer geschickt, um dort exakte Längenbeobachtungen vorzunehmen [RAYNAUD-NGUYEN 1985]. Die Längenbestimmung von *Alexandretta* erfolgte durch Beobachtungen des ersten Jupitersatelliten vom 22. bis 27. Januar 1694. Sie ergab eine Länge von 33°55' östlich von *Paris*, ein Wert der nur 4' zu groß war [PESCHEL 1865, S. 582].

Die Größenordnung der Fehler bei den sehr unsicheren atlantischen Längenbestimmungen im 17. Jahrhundert, insbesondere für die westlichsten Inseln der *Azoren Flores* und *Corvo*, die praktisch auf einer Länge liegen, zeigen die folgenden Beispiele:

In den Erdteilkarten des Atlas 'Theatrum Orbis Terrarum' von *Abraham Ortelius* (1527-1598) von 1570 und der Weltkarte <Ad usum nauigantium>[5] von *Gerhard Mercator* (1512-1594) von 1569 liegen diese Inseln etwa 3° östlich von *Kap San Augustino* und ihr Abstand von *Kap Verde* beträgt 12°30' bzw. 14°40'. Bei *Petrus Kaerius* (um 1571-1646) in der Weltkarte <Nova Totius Terrarum Orbis Geographica ac Hydrographica Tabula> von 1622 und *Nicolaes Visschers* (1618-1679) «Planigloben»[6] (ohne Titel) von ca. 1666 liegen sie aber 4°30' bzw. 3°40' westlich des *Kap San Augustino*, das damals als der östlichste Punkt Südamerikas angesehen wurde und 16° bzw. 14° westlich von *Kap Verde*. Die SOLL-Werte sind jedoch ca. 3°42' östlich von *Kap San Augustino* und 13°35' westlich von *Kap Verde*. Man kann daraus sehen, daß Längenfehler von mehreren Graden im 16. und 17. Jahrhundert keine Seltenheit waren.

Einige verschiedenen Planigloben und Karten des 16. und 17. Jahrhunderts entnommene Annahmen bezüglich der atlantischen Längenverhältnisse sind, bezogen auf den Meridian von *Lissabon*, in Abbildung 1-5 ihren SOLL-Werten gegenübergestellt. Die auftretenden Längenunterschiede sind frappant und besserten sich erst durch die kritischen Arbeiten *Guillaume Delisles* (1675-1726) mit der sogenannten 'Reformation der Kartographie' um 1700 [SANDLER 1905]. Es zeigt sich aber auch daß, abgesehen von dem groben Längenfehler der *Azoren* in der Weltkarte «Vniversalior Cogniti Orbis Tabvla» von *Johannes Ruysch* aus dem Jahre 1508, zwischen der Weltkarte *G. Mercators* <Ad usum nauigantium> von 1569 und den «Planigloben» (ohne Titel) *Nicolaes Visschers* von 1666 keine grundlegende Verbesserung der Kenntnisse festzustellen ist. Alle Längenangaben sind noch immer stark schwankend und wurden offenbar nach den jeweils letzten Nachrichten, ohne die Möglichkeit einer Überprüfung, korrigiert.

[5] < ... > Titel einer Einzelkarte oder eines Globus

[6] « ... » Titel einer Karte die in einem Sammelwerk untersucht wurde

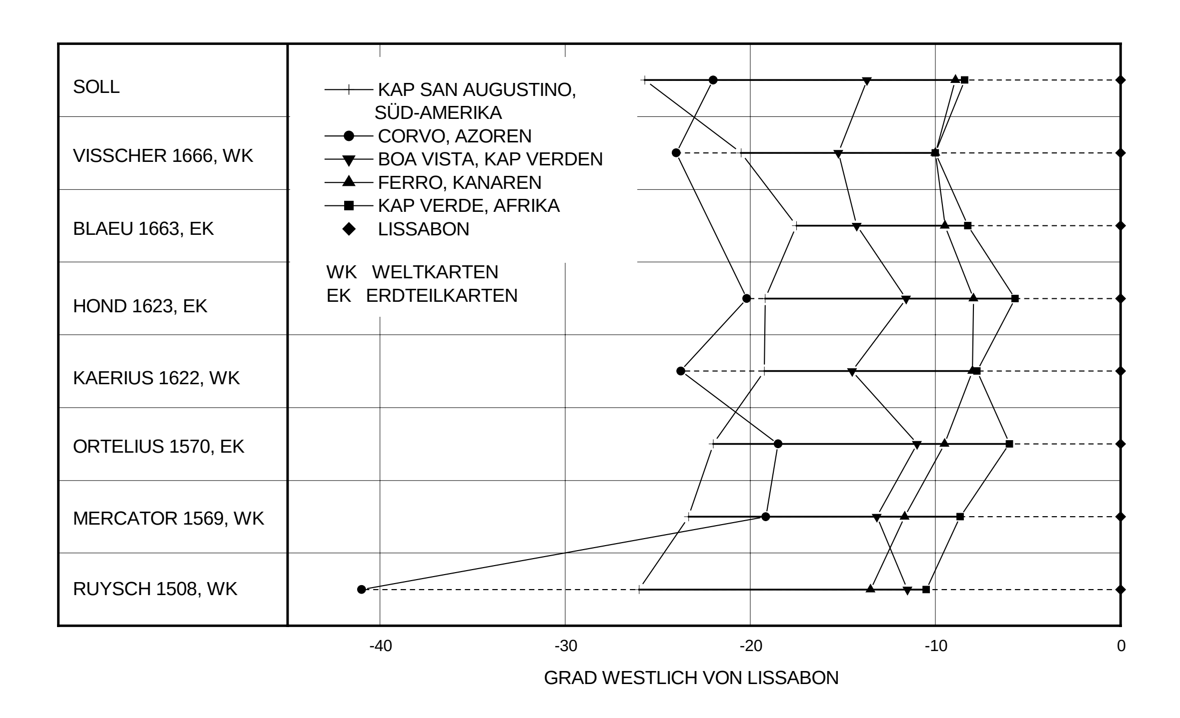


Abb. 1-4: Wanderungen von Ortspositionen im Atlantik im 16. und 17. Jahrhundert, bezüglich des Meridians von *Lissabon*.

Diese Unsicherheit der Längenbestimmung führte auch zum Versuch *Joseph-Nicolas Delisles* (1688-1768), nach Vorarbeiten von *Athanasius Kircher* (1602-1680), die Längen über die magnetische Deklination zu bestimmen. Da man damals aber weder über ausreichende Kenntnis der Verhältnisse, noch über genügend genaue Methoden zur Bestimmung der Deklination verfügte, konnten keine brauchbaren Ergebnisse erzielt werden [BALMER 1956, S. 128-140; SZCZESNIAK 1960].

Wegen der Unsicherheit der Längenbestimmungen wurden, teilweise noch bis zum Ende des 17. Jahrhunderts, Karten entweder überhaupt ohne Gradnetz oder nur mit Breitenangaben, die doch als verläßlicher angesehen wurden, hergestellt [ECKERT 1921, Bd. I, S. 128]. So sind z. B. noch im Atlas 'The Burning Fen' von *Arent Roggeveen* (+ 1679) und *Pieter Goos*, (um 1615-1675), *Amsterdam* 1675, die Karten nur mit einer Breitengradierung versehen. Erst Ende des 18. Jahrhundert war es möglich, beide Koordinaten mit gleicher Genauigkeit zu bestimmen [FREIESLEBEN 1978, S. 84].

1.3.1 Astronomische Methoden zur Positionsbestimmung

1.3.1.1 Breitenbestimmungen

An verläßlichen Methoden zur Bestimmung der Länge und Breite eines Ortes wurde bereits im Altertum gearbeitet. Die Breite eines Punkts der nördlichen Halbkugel war relativ einfach zu bestimmen und konnte durch die Messung der Höhe des Polarsterns bzw. der Zirkumpolarsterne über dem Horizont durchgeführt werden. Dieses Prinzip der Breitenbestimmung hat sich bis heute nicht geändert. Doch auch hier zeigten Messungen der besten Astronomen, die nicht in gut ausgerüsteten Sternwarten vorgenommen wurden, nach Aussagen von *Willebrord Snellius* noch im 17. Jahrhundert Fehler in der Größenordnung von 10'. An Bord von Schiffen war mit Breitenfehlern von 20' bis 30' zu rechnen [PESCHEL 1865, S. 351]. Die später noch erwähnte Breitenbestimmung der Sternwarte *Uranienburg* auf der *Sundinsel Hven* durch *Tycho Brahe* (1546-1601) auf 30" genau war eine außerordentliche Leistung unter besonders guten Voraussetzungen. Diese Genauigkeit wurde erst viel später wieder erreicht. Aber auch Unkenntnis der geometrischen Verhältnisse konnte in Karten zu starken

Verzerrungen führen. So zeigt die 'Carta marina' des Olaus Magnus von 1539, auf einer Breite die etwa dem nördlichen Polarkreis entspricht, am Rahmen die Breite von 90°. Der südliche Bereich der Karte weist hingegen realistische Breitenwerte auf. Wird aber der Polarkreis mit 66°33' angesetzt und der Zwischenraum zum südlichen Kartenrand gleichabständig aufgeteilt, so ergeben sich wirklichkeitsnahe Breitenwerte für das Kartenbild [BRUNNER 1990].

1.3.1.2 Längenbestimmungen

Die geographischen Längen ließen sich bis in die jüngste Zeit nur mit zwei Methoden bestimmen. Entweder durch Messung der West-Ost Entfernung von zwei Punkten, oder durch Bestimmung des Unterschieds der örtlichen Tageszeiten. Da sich die Erde in 24 Stunden einmal um ihre Achse dreht, kann die Längendifferenz auch durch jenen Zeitunterschied gemessen werden, der sich bei der Beobachtung eines bestimmten astronomischen Ereignisses an zwei Orten unterschiedlicher geographischer Länge ergibt.

Beobachtung von Mondfinsternissen

Eine der ältesten astronomischen Bestimmungen eines Längenunterschieds wird von *Ptolemäus* für *Arbela* und *Karthago* im Jahr 331 v. Chr. berichtet. Die Beobachtung einer Mondfinsternis ergab einen Zeitunterschied von 3 Stunden bzw. 45°. Der wirkliche Längenunterschied zwischen den beiden Orten beträgt aber nur 34°02'. Diese Methode krankte sowohl an den Problemen der Feststellung des genauen Zeitpunkts einer Verfinsterung, der Halbschatten der Erde auf den Mond war ohne Fernrohr kaum vom Kernschatten klar zu unterscheiden, als auch an der Seltenheit solcher Ereignisse. Die Schwierigkeiten dieser Methode zeigt, daß auch *Christoph Columbus* (1451-1506), der sie 1494 und 1505 verwendete, nur stark fehlerhafte Ergebnisse erreichte. Seine Bestimmungen des Längenunterschieds zwischen Amerika und Europa ergab um 28 bis 35 % zu großen Längenunterschiede [PESCHEL 1865, S. 44 und 232; FREIESLEBEN 1978, S. 81]. Im 17. Jahrhundert wurde diese Methode aber durch die Erfindung des Fernrohrs mit Fadenkreuz und dem Erscheinen brauchbarer Mondkarten stark verbessert. Nun konnten mehrere Beobachtungen bei einer Finsternis durchgeführt werden und die Ergebnisse wiesen nur mehr geringe Fehler auf. Obwohl im späteren 18. Jahrhundert alle Mondfinsternisse von mehreren Sternwarten genau beobachtet wurden, blieben sie jedoch zu seltene Ereignisse, um mit ihnen eine durchgreifende Korrektur der Längenfehler durchführen zu können.

Beobachtung der Jupitermonde

Im Jahre 1610, kurz nach der Erfindung des Fernrohrs, entdeckte *Galileo Galilei* (1564-1642) die Jupitermonde. Der innerste Mond umläuft in einem Tag und 18 Stunden den Planeten und passiert dabei dessen Schatten. Der Eintritt des Mondes in und sein Austritt aus dem Schatten des Planeten wird von allen Beobachtern auf der Erde zum gleichen Zeitpunkt wahrgenommen. *Galilei* erkannte bereits die Möglichkeit, diese Eigenschaften zur Längenbestimmung auf der Erde zu nutzen. Eine praktische Anwendung dieser Methode erforderte aber die Berechnung von Tafeln, die diese Ereignisse vorhersagten. Diese Tabellen wurden von *Jean-Dominique Cassini* ausgearbeitet und 1668 veröffentlicht. Damit war die Grundlage für die genaue Bestimmungen der Längenunterschiede von Ortsmeridianen zu jenen von europäischen Sternwarten geschaffen.

P. Louis Feuillée (1660-1732) erreichte mit dieser Methode auf 2' bis 3' genaue Längenbestimmungen in *Südamerika*, allerdings nur, wenn die Sternwarte in *Paris* das gleiche Ereignis direkt beobachtete. War das nicht der Fall und mußte das Pariser Signal aus den Mondtafeln interpoliert werden, so stieg der Fehler auf 10' bis 12' an. Damit war das Problem der Längenbestimmung im Prinzip gelöst und die Längenunterschiede zwischen *Paris* und dem östlichen Mittelmeer sowie *Amerika* wurden nach dieser Methode bestimmt. Der Nachteil war, daß die Längenbestimmung genaue Beobachtungen mit Teleskopen erforderte und daher für die Schiffahrt nicht in Frage kam. Ein Beispiel für die Übernahme der verbesserten Werte durch Kartographen zeigen die Karten *Guillaume Delisles*. Seine Europakarte aus dem Jahre 1700 verschlechtert die alten Vorstellungen *Gerhard Mercators* noch beträchtlich, der Längenfehler von *Damaskus*, bezogen auf *Lissabon*,

beträgt 15°03'. Die Weltkarte von 1720 und die Afrikakarte von 1722 weisen jedoch nur mehr Längenfehler von 8' bzw. –42' für diesen Längenunterschied auf (s. Abschnitt 4.7.4). Der Unterschied dieser beiden Werte weist auf die Genauigkeit hin, mit der zu jener Zeit kleinmaßstäbliche Karten gestochen wurden.

Bestimmung der Monddistanzen

Da der Mond mit einer etwas veränderlichen Geschwindigkeit von 11° bis 15° pro Tag über den Himmel zieht, bereits *Isaak Newton* berechnete acht verschiedene Störungen der Mondbahn, war die Berechnung von genügend genauen Mondtafeln und deren Überprüfung das am spätesten gelöste Problem. Dabei bedeckt der Mond, oder passiert unter einem bestimmten Winkelabstand, auf seiner Bahn eine Reihe von Fixsternen oder auch Planeten. Damit lassen sich aus dem Unterschied der Ortszeiten eines solchen Ereignisses die Längendifferenz zweier Beobachtungsorte ermitteln. Für die praktische Anwendung waren also genaue Mondtafeln und die Koordinaten einer Reihe von Fixsternen erforderlich, auf die man die jeweiligen Messungen beziehen konnte. Längenbestimmungen durch Messung der Monddistanzen erfordern aber auch sehr genaue Instrumente, da ein Meßfehler von 1' im Bogen einen Längenfehler von 30' verursacht.

Diese Methode wurde erstmals von *Johann Werner* (1468-1528) 1514 und dann von *Petrus Apianus* (1495-1552) im 'Liber Cosmographicus' von 1524 vorgeschlagen. Die Methode geriet dann, obwohl es *Gemma Frisius* (1508-1555) 1540 mit ihr gelang, den Längenunterschied zwischen *Löwen* und *Krakau* sehr genau zu bestimmen, für 100 Jahre in Vergessenheit.

Als man sich Mitte des 17. Jahrhunderts wieder mit dieser Methode zu beschäftigen begann, war noch eine ganze Reihe von Problemen zu lösen, bevor sie sinnvoll angewandt werden konnte. Die Instrumente zur Winkelmessung ließen Fehler in der Größenordnung von 5' bis 10' erwarten, was einem Längenfehler von 2°30' bis 5° entspricht. Auch waren die Entfernung des Mondes von der Erde und damit die Auswirkung der Parallaxe sowie die Refraktion der Erdatmosphäre nicht genau bekannt. Beide wirken am stärksten, wenn der Mond am Horizont erscheint, und verschwinden, wenn er im Zenit steht. Auch die besten Mondtafeln jener Zeit von *Tycho Brahe* zeigten Fehler bis 8', entsprechend einem Längenfehler von 4°.

Mit Ausnahme der Frage der Lichtbrechung, für die bereits *Jean-Dominique Cassini* brauchbare Tafeln herausgab, wurden die anderen Probleme erst um die Mitte des 18. Jahrhunderts gelöst. Der von *Isaak Newton* erfundene und von *John Hadley* (1682-1744) 1731 gebaute Spiegelsextant erlaubte Winkelmessungen mit einer Genauigkeit von 1'. Das Problem der Mondparallaxe untersuchten im Auftrag der Pariser Akademie der Wissenschaften *Nicolas Louis de Lacaille* (1713-1762) in *Kapstadt* und *Joseph-Jérome L. Lalande* (1732-1807) in Berlin. Nach der Rückkehr *Lacailles* nach *Paris* 1754, er hatte auch fast 2.000 Fixsterne der südlichen Halbkugel vermessen, konnte aus den beiden Messungen die Mondentfernung genau berechnet werden.

Leonhard Euler (1707-1783) veröffentlichte seine Mondtafeln 1746, gab aber seine 'Theoria motus lunæ' (Theorie der Mondbewegung) erst 1753 in Berlin heraus. *Johann Tobias Mayer* (1723-1762), er korrespondierte über Jahre hinweg mit *Euler*, berechnete mit Hilfe seiner Gleichungen wesentlich verbesserte Mondtafeln in 12 Stundenintervallen, die er 1752 unter dem Titel 'Novæ tabulæ solis et lunæ' (Neue Sonnen- und Mondtafeln) beim Londoner Board of Longitude einreichte. Nach eingehender Prüfung der Mondtafeln durch *James Bradley* (1692-1762) wurden 1770, aus dem vom Board of Longitude ausgeschriebenen Preisgeld, je 3.000 £ an die Witwe *Tobias Mayers* und an *Leonhard Euler* ausbezahlt. *Mayers* Tafeln wurden dann von der Sternwarte *Greenwich* veröffentlicht und sind auch seit 1774 für 3-Stundenintervalle in der 'Connoissance des Temps' der Pariser Sternwarte enthalten. Damit war diese Methode seit etwa 1760 für die Seefahrt praktisch anwendbar und hatte sich bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts für die Längenbestimmung auf See durchgesetzt [PESCHEL 1865; GÜNTHER 1890; SOBEL 1995].

1.3.2 Die Verwendung von Chronometern zur Längenbestimmung

Die einfachste Methode zur Längenbestimmung ist das Mitführen einer Uhr mit der Zeit des Ausgangs- oder eines Vergleichsmeridians. Es ist aber offensichtlich, daß, als Voraussetzung zur genauen Bestimmung der Länge eines beliebigen Meridians, genau gehende, seefeste sowie gegen Temperaturschwankungen unempfindliche Uhren erforderlich waren. Die ersten Vorschläge zur Verwendung transportabler Uhren zur Längenbestimmung auf See dürften von *Alonso de Santa Cruz* (1500-1572) und *Gemma Frisius,* 1530 gemacht worden sein. Uhren, die diese Anforderungen erfüllten, konnten aber damals noch nicht gebaut werden. Die von *Willem Barentsz* verwendete Uhr, nur mit einem Stundenzeiger versehen, zeigte Abweichungen von 5 bis 10 Minuten pro Tag, war also für Längenbestimmungen völlig ungeeignet. Konsequenterweise zeigt auch sein Atlas 'Caertboeck van de Midlandtsche Zee' von 1595 auf allen Karten nur Rhumben aber keine Gradierung.

Nachdem *Christiaan Huygens*, aufbauend auf Vorarbeiten von *Galileo Galilei* und *P. Marin Mersenne* (1588-1648) im Jahre 1656, einen Pendeluhrmechanismus vorgeschlagen hatte [DALE 1992, S.35], konnte die Zeit, nach einigen Verbesserungen, auf einige Sekunden pro Tag genau gemessen werden. Diese Uhren waren aber für die Seefahrt ungeeignet, da sie auf Reisen zwischen Afrika und Amerika Abweichungen von 3 bis 7 Minuten zeigten und für eine Reise zwischen *Toulon* und *Kreta* wurde 1669 eine Abweichung von 8 Minuten, entsprechend zwei Längengraden, berichtet [PROVERBIO 1985]. Die besten, mit einer Unruhe ausgerüsteten Uhren wiesen zu Beginn des 18. Jahrhunderts noch Fehler von ein bis zwei Minuten pro Tag auf [LANDES 1998, S. 212]. Die erste Uhr, die den Genauigkeitsanforderungen der Seefahrt entsprach und die Hälfte des vom Londoner Board of Longitude 1714 ausgesetzten Preisgelds von 20.000 £ im Jahre 1766 zugesprochen erhielt, waren die Timekeeper H4 und H5 von *John Harrison* (1693-1776). Dieses Chronometer zeigte, auf Grund zahlreicher technischer Verbesserungen, auf einer Seereise von 147 Tagen nur noch eine Abweichung von 1' 54,5" [DALE 1992, S. 54; BETTS 1993; SOBEL 1995]. Das Problem der Bestimmung Längenwerte zu Land und zur See war mit der Erfindung dieser Uhr auf einfache Weise gelöst, auch wenn es, wegen ihrer hohen Preise, noch lange dauerte, bis alle Schiffe mit Chronometern ausgerüstet wurden.

1.3.3 Abschätzung der Größenordnung der Fehler durch die Verwendung der dem Ellipsoid WGS 1984 oberflächengleichen Kugel

In dieser Arbeit werden alle Werte auf die dem internationalen Ellipsoid WGS 1984 oberflächengleiche Kugel bezogen. Die in diesem Abschnitt angeführten Berechnungen zeigen die Zulässigkeit dieser Vereinfachung.

Abmessungen des Ellipsoids WGS 1984

große Halbachse $a =$ 6.378.137,00 m
kleine Halbachse $b =$ 6.356.752,31 m
Daraus ergeben sich:

Abplattung $f = (a-b)/a =$ 1 : 298,25722356

erste numerische Exzentrizität $e = \left(\left(a^2 - b^2\right)/a^2\right)^{1/2} =$ 0,08181919

zweite numerisch Exzentrizität $e' = \left(\left(a^2 - b^2\right)/b^2\right)^{1/2} =$ 0,08209443

Polkrümmungshalbmesser $c = a^2/b =$ 6.399.593,63 m

Radius der dem Ellipsoid oberflächengleichen Kugel

Der Radius der einem Ellipsoid oberflächengleichen Kugel ergibt sich nach *W. K. Hristow* [HRISTOW 1955, S. 76; Gl. 34] zu:

$$r_K = a\,(1 - \frac{1}{6}e^2 - \frac{17}{360}e^4 - \frac{67}{3024}e^6 - \dots) \qquad (1\text{-}1)$$

Aus Gleichung (1-1) folgt:

Kugelradius r_K = 6.371.007,18 m
Länge des Meridiangrads $l_{1°}$ = 111.195,05 m

Breitenfehler beim winkeltreuen Übergang vom Ellipsoid auf die Kugel

Nach *S. Günther* [GÜNTHER 1897, S. 302] ergibt sich die Differenz zwischen der geozentrischen Breite auf dem Ellipsoid und der Einheitskugel bei einem konformen Übergang mit:

B geographische Breite am Ellipsoid
γ geozentrische Breite am Ellipsoid
φ Breite auf der Einheitskugel
e erste numerische Exzentrizität

zu

$$\gamma - \varphi = \frac{e^4}{48}\left(2\sin 2B - \sin 4B\right) \qquad (1\text{-}2)$$

die maximale Differenz tritt bei der Breite von 60° auf und liegt in der Größenordnung von 0,5". Berechnet man daraus die Differenz zwischen der geographischen Breite am Ellipsoid und auf der Kugel mit

$$\gamma = \arctan\left[\,(1-e^2)\tan B\,\right] \qquad (1\text{-}3)$$

[SCHÖDLBAUER 1981, S. 5], so steigt der Fehler bei der Breite von 45° auf das Maximum von 11'33".

Fehler in west-östlicher Richtung bei der Verwendung der oberflächengleichen Kugel

Berechnung des Längenfehlers zwischen den Meridianen von *Lissabon* und *Damaskus* auf der Breite von *Damaskus*

Die Längenunterschiede werden in dieser Arbeit, soweit möglich, auf den Meridian von *Lissabon* bezogen. Die am weitesten östlich dieses Meridians gelegene Stadt, die in diese Untersuchung einbezogen wurde, ist *Damaskus* mit einem Längenunterschied von 42°38'.

Die Entfernung zwischen den Meridianen von *Lissabon* und *Damaskus* ergibt sich auf der Breite von *Damaskus* am Ellipsoid mit

$B_{DAM-SOLL}$ = 33,50000000 Grad bzw. 33°30'

$L_{LIS-SOLL}$ = -9,13333333 Grad bzw. -9° 08'

$L_{DAM-SOLL}$ = 36,31666667 Grad bzw. 36° 19'

zu

$$\Delta\, l_{Ellipsoid-SOLL} = \left[c \,/\, \left(1 + e'^2 \cos^2 B_{DAM}\right)^{\frac{1}{2}} \right] \cos B_{DAM}\ \ \Delta L_{LIS/DAM}\ \pi / 180 \qquad (1\text{-}4)$$

$\Delta\, l_{Ellipsoid-SOLL}$ = 4.223.329,61 m

Auf der dem Ellipsoid oberflächengleichen Kugel:

$$\Delta\, l_{Kugel-IST} = r_K \cos B_{DAM}\ \Delta L_{LIS/DAM}\ \pi / 180 \qquad (1\text{-}5)$$

$\Delta\, l_{Kugel-IST}$ = 4.214.304,77 m

Die Entfernungen zwischen den Meridianen von *Lissabon* und *Damaskus* auf dem Ellipsoid und auf der Kugel unterscheiden sich auf der Breite von *Damaskus*:

$$Fehler\ \Delta\,(\,\Delta\, l_{Kugel} - \Delta\, l_{Ellipsoid}\,) = \text{-9.024,84 m} \tag{1-6}$$

Der durch den Übergang auf die Kugel bedingte Längenfehler beträgt damit –0,21 %.

Berechnung des Entfernungsfehlers beim Übergang vom Ellipsoid auf die Kugel zwischen Lissabon und Damaskus

Die Länge der geodätischen Linie zwischen *Lissabon* und *Damaskus* wurde nach der Methode von *Moritz* für 'große' Entfernungen berechnet [SCHÖDLBAUER 1981, S 106 ff]. Der entsprechende Großkreis auf der Kugel errechnete sich aus dem Poldreieck mittels des Seitenkosinussatzes. Es ergaben sich folgende Entfernungen:

$$s_{Ellipsoid-SOLL} = \text{4.090.813,77 m}$$
$$t_{Kugel-IST} = \text{4.081.859,27 m}$$
$$Fehler\ \Delta\,(\,t_{Kugel} - s_{Ellipsoid}\,) = \text{-8.954,50 m bzw. –0,22 \%} \tag{1-7}$$

Fehler in nord-südlicher Richtung bei der Verwendung der oberflächengleichen Kugel

Berechnung der Fehler der Meridianbogenlängen zwischen dem Äquator, *Uranienburg* und dem *Kap Verde*

Zur Abschätzung der Fehler beim Übergang vom Ellipsoid auf die Kugel in N/S Richtung wurden die Entfernungen am Meridianbogen zwischen dem Äquator und der nördlichsten und südlichsten Ortsposition der nördlichen Hemisphäre bestimmt. Die Meridianbogenlängen am Ellipsoid wurden nach *A. Schödlbauer* berechnet [SCHÖDLBAUER 1981, S 14 ff]. Auf der Kugel ergeben sich die entsprechende Wert direkt aus dem Kugelradius und der geographischen Breite.

$$B_{URANIENBURG-SOLL} = \text{55,91666667 Grad bzw. } 55°\,55'$$
$$L_{URANIENBURG-SOLL} = \text{12,75000000 Grad bzw. } 12°45'$$
$$B_{KAP\ VERDE-SOLL.} = \text{14,71666667 Grad bzw. } 14°\,43'$$
$$L_{KAP\ VERDE-SOLL.} = \text{-17,55000000 Grad bzw. } -17°33'$$

Die Entfernungen der beiden Orte zum Äquator und die Fehler auf der oberflächengleichen Kugel ergeben sich zu:

	Uranienburg	*Kap Verde*	
$g_{Ellipsoid-SOLL} =$	6.199.284,62 m	1.627.639,51 m	
$k_{Kugel-IST} =$	6.217.656,69 m	1.636.420,51 m	
$Fehler\ \Delta\,(\,k_{Kugel} - g_{Ellipsoid}\,) =$	18.372,07 m	8.781,00 m	(1-8)
$Fehler\ \Delta\,(\,k_{Kugel} - g_{Ellipsoid}\,) =$	0,30 %	0,54 %	

Berechnung des Entfernungsfehlers beim Übergang vom Ellipsoid auf die Kugel zwischen Uranienburg und dem Kap Verde

Die Berechnung erfolgte wie für die geodätische Linie zwischen *Lissabon* und *Damaskus* und brachte folgende Ergebnisse:

$$s_{Ellipsoid-SOLL} = 5.252.089{,}75 \text{ m}$$

$$t_{Kugel-IST} = 5.257.672{,}57 \text{ m}$$

$$Fehler\ \Delta\ (\ t_{Kugel} - s_{Ellipsoid}\ ) = 5.582{,}82 \text{ m} \quad \text{bzw. } 0{,}11\ \% \tag{1-9}$$

Schlußfolgerung

Die Fehler beim rechnerischen Übergang vom Ellipsoid auf die Kugel, zwischen den extremen Ortspositionen dieser Untersuchung, liegen in ihrer Größenordnung weit unter den früher bereits beim Stich der Welt- und Erdteilkarten aufgetretenen Fehler. Auch die bis ins 18. Jahrhundert hinein auftretenden systematischen Fehler der Karten zwischen *Lissabon* und *Damaskus* liegen weit über den oben berechneten Fehlern, die bei der Verwendung der oberflächengleichen Kugel statt des Ellipsoids entstehen.

2 Die Ausgangsmeridiane von der Antike bis zur Gegenwart

Bei der Untersuchung der Ausgangsmeridiane der Längenzählung fallen zuerst die großen Längenfehler sowohl im Atlantik als auch auf dem europäischen Festland auf. Diese Fehler stammen aus der Tradition von *Claudius Ptolemäus* (um 100-180 n. Chr.). Er unterschätzte den Abstand der *Insulae Fortunatae* zum Festland um etwa 50 % und überschätzte die Längsachse des Mittelmeers ebenfalls um 50 %. Diese Fehler machten sich bis in die zweite Hälfte des 18. Jahrhunderts hinein bemerkbar. Man muß sich aber vor Augen halten, daß die Frage der Ausgangsmeridiane für die Seefahrer früherer Jahrhunderte keine große Bedeutung hatte. Dies änderte sich erst in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts, als durch die Timekeeper *John Harrisons* (1693-1776) und die Monddistanztafeln von *Johann Tobias Mayer* (1723-1762) das Problem der Längenbestimmung auf See gelöst wurde und es damit möglich wurde, die Schiffspositionen auf Seekarten zu bestimmen. Eine Aufzählung zahlreicher früher verwendeter Ausgangsmeridiane, sowohl für den astronomischen, als auch den kartographischen Gebrauch, findet sich bei [HAAG 1913].

2.1 Die Nullmeridiane von der Antike bis zum Ende des Mittelalters

Von den verschiedenen in der Antike verwendeten Ausgangsmeridianen erlangte nur jener des *Marinus von Tyrus* (um 100 n. Chr.) eine bis in die Neuzeit nachwirkende Bedeutung. Es war der Meridian durch die *Insulae Fortunatae*, wahrscheinlich die damals im äußersten Westen der bekannten Welt gelegenen Kanarischen Inseln [MAYER 1879, S. 4]. Dieser Ausgangsmeridian wurde später von *Claudius Ptolemäus* (um 100-180 n. Chr.) übernommen. Von ihm sind zwar keine Karten direkt überliefert, seine Positionstafeln umfassen jedoch mehr als 8000 über die gesamte damals bekannte Welt verteilte Ortspositionen. Die Orte liegen auf einem Gebiet von 80 Breiten- und 180 Längengraden [BABICZ 1986, S 644]. Diese Positionstafeln bildeten die Grundlage, auf der die Renaissance der geographischen Wissenschaften gegen Ende des Mittelalters neu aufbaute. Auf den nach diesem Positionsverzeichnis gezeichneten Weltkarten in den verschiedenen Ausgaben der 'Cosmographia' aus dem 15. Jahrhundert erscheinen die '*fortunatæ insulæ'* am West-Rand des Kartenbilds mit einer Länge des Zentrums der Inseln von 1° Ost. Die Kette von 6 Inseln erstreckt sich in Süd/Nord Richtung zwischen ca. 8° und 15° nördlicher Breite. Dies würde eher für die *Kap Verdischen Inseln* sprechen, die jedoch in der Antike noch nicht bekannt waren. Bei der Wiederentdeckung der *Kanarischen Inseln* um 1300 n. Chr. wurden diese mit den *Insulae Fortunatae* des *Ptolemäus* gleichgesetzt [PESCHEL 1865, S. 175] und bis zum Zeitalter der Entdeckungen fast ausschließlich zur Festlegung des Ausgangsmeridians der Längenzählung verwendet. Ein Ausschnitt der Weltkarte der Ulmer Ptolemäusausgabe aus dem Jahre 1482 in Reproduktion 4-1 im Anhang zeigt diese Lage der 'Fortunate insule' am linken Kartenrand. Dieser Ausgangsmeridian war aber ein verdeckter Meridian von *Alexandria*, der Heimatstadt des *Ptolemäus*. Er legte den Abstand zwischen diesem Meridian und *Alexandria* mit 60½° fest, ein Abstand den noch *Gerhard Mercator* (1512-1594) beibehielt, da er der Ansicht war, daß *Ptolemäus* gerade diese Distanz besonders genau untersucht habe. Über später noch zu beschreibende Umwege kam es dahin, daß bis vor kurzem die Österreichische Landesaufnahme in Gauß-Krüger-Koordinaten noch immer auf *Ferro* hin orientiert war, also auf die westlichste Insel der *Insulae Fortunatae* des *Ptolemäus*. Andere Ausgangsmeridiane finden sich damals nur in den verschiedenen Ephemeriden, deren geographische Ortstabellen naturgemäß jeweils auf den Meridian ihres astronomischen Beobachtungsstandorts hin ausgerichtet waren.

Während in Europa im Mittelalter die geographischen Kenntnisse der Antike in Vergessenheit gerieten und die damals erstellten Mönchs- oder Radkarten, mit Jerusalem im Zentrum, gar nicht den Zweck verfolgten, Gebiete entsprechend unserem heutigen Verständnis von Landkarten darzustellen [GROSJEAN und KINAUER 1970, S. 20], wurden die Erkenntnisse der antiken Geographen von den Arabern übernommen und teilweise stark verbessert. Die arabischen Geographen verwendeten zahlreiche eigene Ausgangsmeridiane, vom 'Meridian von *Arin'*, 10° östlich von *Bagdad*, bis zum 'Meridian des äußersten Westens', der mit 90° Abstand zum Meridian von Arin bei etwa 36° westlich von *Greenwich* verlief [MAYER 1879, S. 5; STAMS 1986, S. 549]. Der Meridian der Erdkuppel von *Arin* am Äquator wurde als Mitte der bewohnbaren Erde mit

einer Gesamtlänge von 180° gedacht. Seinen Ursprung hat dieser Meridian offenbar durch die Gleichsetzung mit der bereits zur Zeit der ersten Mogulkaiser berühmten Sternwarte von *Ujjain* in Indien. Aus *Ujjain* wurde durch Schreibfehler in der arabischen Schrift der Meridian von *Arin*, der jedoch seinen Zusammenhang mit *Ujjain* verlor. Die SOLL-Längendifferenz zu *Bagdad* hätte mit 19°24' einen Längenfehler von fast 10° ergeben [KENNEDY und REGIER 1985].

Bedeutung für die spätere Entwicklung in Europa erlangte von diesen arabischen Ausgangsmeridianen nur der Meridian von *Toledo,* der als Basis für die 'Tabulæ Toledanæ', die Positionstafeln des *Ibn az-Zarqala* oder *Arzachel* (um 1075), diente. Diese Tafeln wurden später, ab etwa 1250, in die 'Tabulæ Alfonsinæ' eingearbeitet, die im späten Mittelalter für Seefahrt und Geographie große Bedeutung erlangten [PESCHEL 1865, S. 125]. Insgesamt gesehen ist über den Einfluß der arabischen Geographen auf die Entwicklung der Kartographie in Europa wenig bekannt. Die Ursache liegt wahrscheinlich darin, daß während der Blütezeit der arabischen Kartographie Europa an solchen Fragen kaum interessiert war. Es war, wie bereits erwähnt, die Zeit der Mönchs- oder Radkarten. Das späte Mittelalter und die Renaissance bauten aber, abgesehen von den Portulankarten, direkt auf den Positionstafeln des *Ptolemäus* auf. Erst in letzter Zeit wurden diese Zusammenhänge von *Fuad Sezgin* eingehender dargestellt [SEZGIN 2001].

Die etwa ab dem 13. Jahrhundert auftretenden Portulankarten sind oft von erstaunlicher Genauigkeit, vor allem in den Küstengebieten. Portulankarten besitzen jedoch nur ein eingezeichnetes Netz von Kompaßrichtungen oder Rumben. Sie sind aber nicht im Sinne des oben beschriebenen Koordinatennetzes orientiert und daher für Überlegungen im Hinblick auf Ausgangsmeridiane nicht von Bedeutung [LA RONCIÈRE und MOLLA 1984; BAGROW und SKELTON 1985, S. 82].

In den Jahrzehnten des Überganges vom Mittelalter zur Neuzeit erlangten, neben dem Meridian der *Kanarischen Inseln*, noch für kurze Zeit zwei weitere Meridiane überregionale Bedeutung. Die damals in der Seefahrt weit verbreiteten Ephemeriden des *Johannes Regiomontanus*, eigentlich *Johann Müller* (1436-1476) aus *Königsberg*, für die Jahre 1474 bis 1506 bezogen sich auf den Meridian von *Nürnberg* [MAYER 1879, S. 5]. Auch die päpstliche Trennungslinie der Interessenssphären von Portugal und Spanien wurde vereinzelt als Ausgangsmeridian verwendet. Sie war in den beiden Bullen *Papst Alexanders VI*. (1431?-1503) vom Mai 1493 ursprünglich mit 100 Leguas westlich der *Kap Verdischen Inseln* und der *Azoren* festgelegt. Der so fixierte Halbmeridian wurde noch im September des gleichen Jahres durch eine Ergänzungsbulle zum Vollkreis, der auch die asiatische Seite der Welt teilte, erweitert. Diese Linie wurde aber bereits 1494, im Vertrag von *Tordesillas*, auf 370 Leguas westlich der *Kap Verden* verschoben [MAYER 1879, S. 6-7; BAUM 1890; STAMS 1986, S. 549].

Wählt man als Ausgangspunkt für die Berechnung dieser Linie die westlichste Insel der *Kap Verden*, *San Antonio* (25°05' westlich von *Greenwich* und 17°04' Nord), so ergeben 370 spanische Leguas, von denen 17½ auf einen Meridiangrad gerechnet wurden und die je 4 römische Meilen maßen, den Meridian 45°40' westlich von *Greenwich*. Dabei wurde die Meilenlänge nach *Hultsch* mit 1478,5 m angenommen [HULTSCH 1882, S. 700] und die Breite von 17°04' Nord berücksichtigt. Diese Rechnung zeigt aber auch, daß der Meridiangrad zu jener Zeit mit 103,5 km angenommen wurde. Eine Tabelle mit den verschiedenen, auf einen Meridiangrad gerechneten Meilen, zeigt die Abbildung 3-4 aus dem Atlas 'Geographie, | qvi est | la premiere partie | de la | Cosmographie | Blaviane' von *Jean Blaeu* /BLAEU 1663, Bd. I, nicht paginiert/.

Die praktischen Schwierigkeiten der Längenbestimmung zeigten sich 1525 bei den Verhandlungen der Junta von *Badajoz* zwischen Portugal und Spanien. Die Ansichten über die Lage der päpstlichen Linie auf der asiatischen Seite der Welt unterschieden sich, vor allem aus politischen und kommerziellen Gründen, um 45°. Praktisch und politisch erlangte diese Demarkationslinie jedoch nach der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts nie mehr eine Bedeutung. Dies wohl auch deshalb, weil die anderen seefahrenden Nationen diese Linie, die sie von den Reichtümern der neu entdeckten Gebiete ausschließen sollte, nie anerkannten. Die Linie wurde

offiziell 1750 im Vertrag von *Madrid* zwischen Spanien und Portugal für gegenstandslos erklärt [BAUM 1890, S. 22-25 und 47-52]. Als Erinnerung an diese Linea de Demarcaceon blieb nur die Ostgrenze Westaustraliens [HUGHES 1987, S. 642], die entlang des 129° östlich von *Greenwich* verläuft. Dies würde auf der westlichen Hemisphäre den 51 Längengrad westlich von *Greenwich* bedeuten und zeigt wie unsicher diese Demarkationslinie bestimmt war. Weiters hängt noch unsere heutige Gewohnheit, die Längen vom Ausgangsmeridian aus mit 0-180° nach Ost und West zu zählen, mit dieser Linie zusammen, da die Spanier von ihr aus nach Westen, die Portugiesen aber nach Osten zählten.

2.2 Die Entwicklung der Ausgangsmeridiane vom 16. bis zum 20. Jahrhundert

Bis zum 16. Jahrhundert wurde in Europa fast ausschließlich der ptolemäische Ausgangsmeridian der *Insulae Fortunatae* verwendet. Mit Beginn der Entdeckungsreisen zu Anfang dieses Jahrhunderts stieg in den folgenden beiden Jahrhunderten die Zahl der von den Geographen verwendeten Ausgangsmeridiane stark an, um sich ab der 2. Hälfte des 18. Jahrhunderts wieder zu verringern.

Die erste Verwendung von mehreren Ausgangsmeridianen läßt sich bei *Gerhard Mercator* nachweisen. In der Karte «Orbis Imago» von 1538 und auf dem <Globus> von 1541 verwendete er den Ausgangsmeridian der Kanareninsel *Fuertaventura*. Die <Europakarte> von 1554/1572 hatte, ebenso wie die Regionalkarten des Atlas von 1595, die Insel *Palma* der *Kanaren* als Ausgangsmeridian. Die Weltkarte <Ad usum nauigantium> von 1569 zeigt dann den Meridian von *Boa Vista* der *Kap Verdischen Inseln* als Ausgangslinie der Längenzählung. Die Behauptung, daß *Gerhard Mercator* auch eine Zeit lang die Länge von *Corvo* als Ausgangsmeridian benutzte, ist nicht richtig. *Mercator* glaubte, nach eigener Aussage /MERCATOR Textkartusche der Weltkarte von 1569/, bei den östlichsten Inseln der *Kap Verden*, wo nach den Berichten der meisten Seefahrer die Nullisogone verlief, einen natürlichen Ausgangsmeridian der Längenzählung gefunden zu haben, obwohl dies mit seinen eigenen Berechnungen über die Lage des Magnetpols nicht übereinstimmte. Er hatte nämlich, unter der Annahme, daß die Isogonen Großkreisen folgen, aus ihm bekannten Deklinationen für die Nullisogone die Längen von 168° und 348° östlich der *Kanaren* gefunden. Sie verlief nach dieser Berechnung etwa über *Korea* und die westlichen *Azoren* [BALMER 1956, S. 123-126]. Die Verwendung mehrerer Ausgangsmeridiane durch *Gerhard Mercator* ist in Abschnitt 4.4.2 näher beschrieben. Abbildung 4-13 gibt einen Überblick über die Lage seiner verschiedenen Ausgangslinien der Längenzählung.

Die Vermehrung der Ausgangsmeridiane hing aber nicht nur mit den Entdeckungen der Inseln im Atlantik zusammen, die ja schon lange bekannt waren - *Kanaren* seit ca. 1300, *Azoren* vor 1350 und *Kap Verden* wahrscheinlich seit 1460 [PESCHEL 1865, S. 175-176; GÜNTHER 1904, S. 74], - sondern auch mit der Errichtung von Sternwarten in Europa, die dann oft zur Festlegung nationaler Nullmeridiane verwendet wurden. Die Vielfalt der in Gebrauch stehenden Ausgangslinien wuchs so stark an, daß in diesem Zusammenhang der Ausdruck 'Meridiananarchie' [GÜNTHER 1890, S. 235] verwendet wurde. Mit Ausnahme der Sternwarten von *Greenwich*, gegründet 1675, und *Paris* seit 1669 [WOLF 1877, S. 449 ff und 455 ff], erlangte jedoch keines dieser regionalen Observatorien für die Frage der Ausgangsmeridiane bleibende Bedeutung. Stellvertretend für andere Länder sei hier nur Spanien mit 7 verschiedenen Ausgangslinien - *Cadiz*, *Cartagena*, *Insel Leon*, *Collegium der Adeligen in Madrid*, *Punta della Galera* auf *Trinidad*, *Teneriffa* und *Ferro* - erwähnt [MAYER 1879, S. 9]. Von all diesen Inselmeridianen ist heute nur noch, wie bereits erwähnt, der Meridian von *Ferro* von Interesse.

Als Sonderfall, der für die weitere Entwicklung von Bedeutung war, ist hier noch der Meridian der Sternwarte *Uranienburg*, auf der *Sundinsel Hven*, zu erwähnen. Diese wurde von *Tycho Brahe* (1546-1601) mit finanzieller Hilfe *König Friedrichs II.* von *Dänemark* (1534-1588) erbaut. In dieser Sternwarte wurden die genauesten Messungen jener Zeit durchgeführt und es gelang *Brahe*, mit Hilfe von außerordentlich großen Instrumenten wie z. B. Mauerquadranten, aber noch ohne Fernrohr, die Breite seiner Sternwarte auf 30" genau zu bestimmen. Nach der durch den Tod seines Förderers verursachten Übersiedlung *Brahes* nach *Prag* als kaiserlicher Mathematiker *Rudolfs II.* (1552-1612) im Jahre 1599 verfiel die Sternwarte. *Abbé Jean Picard*

(1620-1682), der ihre Position 1671 mit 0^{h}42'10" bzw. 10°32'30" östlich von Paris bestimmte, fand nur mehr Ruinen vor [WOLF 1877, S. 448; PESCHEL 1865, S. 376]. Die bleibende Bedeutung dieser Sternwarte beruht aber darauf, daß *Johannes Kepler* (1571-1630), nach dem Tod *Tycho Brahes* in *Prag* dessen auf *Uranienburg* bezogene Beobachtungen auswerten konnte, was schließlich zur Entdeckung der Keplerschen Gesetze führte [BECKER 1980, S. 55-62]. Auch die von *Kepler* nur teilweise selbst gezeichnete Weltkarte, sie erschien erst 1658 [HAMMER 1969, S. 73], und die von ihm 1627 in *Ulm* herausgegebenen ‹Tabulæ Rudolphinæ›[7] /KEPLER 1627/, die über 100 Jahre lang einen großen Einfluß auf die Wissenschaft hatten, sind auf den Meridian dieser Sternwarte bezogen. Der Meridian der Sternwarte wird in den Tafeln als 'Hvenna, sedes Astronomiæ Tychonicæ' bzw. 'Vranibvrgvm sedes Astronomiæ' bezeichnet (s. Abschnitt 4.6.1).

Um die Frage der Ausgangsmeridiane zu klären, berief *Kardinal Armand-Jean du Plessis de Richelieu* (1585-1642) 1634 eine Konferenz der bedeutendsten Astronomen und Mathematiker nach *Paris* ein. Dieses Gremium einigte sich auf den Meridian der Westspitze der *Kanarischen Insel Ferro*, der *Punta Orchilla*, als Ausgangslinie für die Längenzählung. Bereits im Juli desselben Jahres wurde dieser Meridian mit königlichem Dekret *Ludwig XIII.* (1601-1643) zum alleinigen Ausgangsmeridian für die Längenzählung erklärt und seine ausschließliche Anwendung für die französischen Kartographen angeordnet [MAYER 1879, S. 9; SANDLER 1905]. Dieses Dekret ging jedoch insofern an der Realität vorbei, als es noch fast 100 Jahre später nicht möglich war, den Längenunterschied zwischen *Ferro* und *Paris* genau zu bestimmen.

Damit begann aber die Zeit in welcher der ptolemäische Ausgangsmeridian zum verdeckten Meridian der Sternwarte von *Paris* wurde und durch den Längenunterschied zu deren Transitinstrument definiert war. Die französische Akademie der Wissenschaften favorisierte lange einen Ferromeridian mit dem Abstand von 22½° westlich von *Paris,* was $^{1}/_{16}$ des Erdumfangs entspricht. Diese Definition des Ausgangsmeridians wurde auch von *Jean-Dominique Cassini* (1625-1712) und später zwischen 1716/1722 von *Johann Gabriel Doppelmeier* (1677-1750) am Rand der Karte \Basis Geographiæ Recentioris Astronomica\ verwendet. *Doppelmeier* berichtet, daß auch *Philippe de La Hire* (1640-1718) diesen Meridian verwendete. In seinen ‹Tabulæ Astronomicæ Ludovici Magni› von 1727 (zweite Ausgabe) tritt jedoch *Paris* als Ausgangsmeridian auf und *Ferro* ist mit der Länge 20°30' West eingetragen.

Ein Versuch von *Varin, de Clos* und *Deshayes* die Länge *Ferros* 1682 von der afrikanischen Küste aus zu bestimmen, mißlang. Erst *Pater Louis Feuillée* (1660-1732) gelang 1724 die direkte Bestimmung der Länge der Westspitze von *Ferro* mit 20°01'45" westlich von *Paris* [WOLF 1877, S. 154]. Die Auswertung dieser Messungen durch andere Astronomen ergab Werte von 19°51'53" bis 20°05'53". So veröffentlichte *César-François Cassini de Thury* (1714-1784) noch 1744 den von *Giacomo Filippo Maraldi* (1665-1729) berechneten Wert von 19°53'10" /CASSINI de THURY 1744/. Spätere Beobachtungen durch *Verdun, de Borda* und *Pingre* ergaben für die West-Spitze der Insel, die *Punta Orchilla*, den Wert 20°30' (SOLL 20°28'40") und für die Ost-Spitze 20°17' westlich von *Paris* [MAYER 1879, S. 11]. In der Legende der Mercator-Karte von *d'Albert* des 'Dépôt des Cartes' aus dem Jahre 1737 sind für die Längenunterschiede zwischen dem Observatorium von *Paris* und *Ferro* bzw. *London* die Werte von 19°51'33" und 2°25'15" angeführt [RAYNAUD-NGUYEN 1985]. Diese Längenunterschiede wurden also noch zu diesem späten Zeitpunkt um 37' unter- bzw. 5' überschätzt.

Diese schwankenden Werte veranlaßten 1724 den einflußreichen französischen Kartographen *Guillaume Delisle* (1675-1726), die Definition des Ausgangsmeridians von *Ferro* mit 20°00'00" westlich der Pariser Sternwarte (17°40' westlich von *Greenwich*) vorzuschlagen. Dieser Wert setzte sich wegen seiner Einfachheit bald durch [GÜNTHER 1890, S. 235, Fußnote 2]. Als Ausgangsmeridian hatte er den Vorteil, durch das Meridianinstrument der Sternwarte von *Paris* exakt festgelegt zu sein, und war damit ein verdeckter Meridian von *Paris*. Er ging praktisch etwas östlich von *Ferro* durch das Meer und wird mit dieser Definition manchmal noch heute verwendet.

[7] ‹ ... › Titel einer Tabelle

Die hier gezeigten Schwierigkeiten, einen der am häufigsten verwendeten Ausgangsmeridiane genau festzulegen, erklärt auch, warum trotz des königlichen Dekretes von 1634 die französischen Geographen, manchmal noch 100 Jahre später, andere Ausgangsmeridiane verwendeten. So benutzten auch die königlichen Geographen *Nicolas Sanson* (1600-1667), *Alexis-Hubert Jaillot* (1632-1712) und *Georges-Louis Le Rouge* (um 1722-1779) verschiedene Ausgangsmeridiane für die Längenzählung. Erst *Didier Robert de Vaugondy* (1723-1786) übernahm um 1750 einheitlich den Ausgangsmeridian von *Ferro*.

Hält man sich die Probleme, die mit der Festlegung von Nullmeridianen durch Inseln ohne Observatorien im Atlantik verbunden waren, vor Augen, erhebt sich die Frage, warum man diese Schwierigkeiten nicht wie später dadurch umging, daß man durch Sternwarten genau festgelegte Ausgangsmeridiane wählte. Der Meridian von *Uranienburg* den *Johannes Kepler* für seine Weltkarte von 1658 wählte, er ergab sich aus den ‹Tabulæ Rudolphinæ›, blieb aber noch lange ein Einzelfall. Das Festhalten an diesen ungenau bestimmten Inselmeridianen, deren Lage nach den Berichten der Seefahrer über die zurückgelegten Entfernungen und sehr ungenauen Messungen festgelegt werden mußte, läßt sich wahrscheinlich nur durch den Einfluß von *Ptolemäus* mit seinen mystischen Vorstellungen von den Inseln der Seligen verstehen. Auch wurde der praktische Vorteil, ganz Europa mit positiven Koordinaten darstellen zu können, geschätzt.

Vollständigkeitshalber sei hier auch noch die Nullisogone (Agone) erwähnt, das ist jener Meridian, bei dem sich die magnetische und astronomische Nord-Richtung decken. Diese wurde von *Christoph Columbus* (1451-1506) auf seiner ersten Reise 1492 etwa auf der Länge der *Azoreninsel Corvo* festgestellt. Er maß dem Gebiet, durch das sie verlief - Streifen, Raya -, eine große Bedeutung zu [GÜNTHER 1890, S. 118; GÜNTHER 1904, S. 235; BALMER 1956, S. 79-84]. Da die zeitabhängige Änderung der Deklination erst 1634 von *Henry Gellibrand* in *London* entdeckt wurde [KERTZ 1989, S. 142], glaubte man längere Zeit ein Naturmaß zur Festlegung des Ausgangsmeridians der Längenzählung gefunden zu haben.

2.3 Die Einigung auf den Ausgangsmeridian der Sternwarte Greenwich

Gegen Ende des 18. Jahrhunderts ging die Zahl der verwendeten Ausgangsmeridiane wieder zurück und im 19. Jahrhundert waren in Europa fast nur mehr die Meridiane von *Ferro* 17°40' westlich von *Greenwich* nach *Delisle*, *Greenwich* mit 0°00' und *Paris* 2°20' östlich von *Greenwich* von Bedeutung. Verschiedene nationale Ausgangsmeridiane wurden im Verlauf des 19. Jahrhunderts exakt in Bezug auf einen dieser Meridiane, meist auf *Greenwich*, hin definiert, so daß sie nur verdeckte Meridiane der Sternwarten von *Paris* oder *Greenwich* darstellten. Die endgültige Einigung auf einen einheitlichen Ausgangsmeridian der Längenzählung war deshalb so schwierig, weil damit Fragen des nationalen Prestiges, vor allem Frankreichs, eng verbunden waren.

Eine weltweite Vereinheitlichung der Längenangaben wurde bereits um 1800 von *Pierre-Simon de Laplace* (1749-1827) gefordert, die damit einhergehende Vereinheitlichung eines weltweiten Zeitsystems 1828 von *Sir John Herschel* (1792-1871). Wegen des zunehmenden internationalen Verkehrs und der immer rascher ablaufenden Nachrichtenübermittlung, durch Telegraphie und auch Unterseekabel, kamen von dieser Seite her neue Anstöße, einen allgemein verbindlichen Ausgangsmeridian festzulegen. Dieses Problem war eng mit der Frage einer einheitlichen Weltzeit und den entsprechenden Zeitzonen verknüpft. Die ersten offiziellen Aktivitäten in diese Richtung wurden aber erst am Internationalen Geographischen Congress (IGC) in *Antwerpen* 1871 gesetzt, der sich mit der Standardisierung der Längenzählung, nicht aber mit den Fragen der Weltzeit befaßte. Es wurde empfohlen, daß der Greenwich-Meridian innerhalb von 15 Jahren für Seekarten obligatorisch erklärt werden sollte. Die Landkarten sollten aber nach den nationalen Ausgangsmeridianen, festgelegt durch die jeweiligen Hauptsternwarten, zählen. Auch am 2. Internationalen Geographischen Congress 1875 in *Rom* wurde das Problem diskutiert, aber keine Fortschritte erzielt. In der Praxis hatte sich bei Seekarten bis 1880 der Meridian von *Greenwich* weitgehend durchgesetzt, während er bei Landkarten nur im United Kingdom und dessen Kolonien durchgehend verwendet wurde.

Am 3. Internationalen Geographischen Congress 1881 in *Venedig* wurden die verschiedenen Standpunkte erneut besprochen und eine Resolution verabschiedet, in der die Regierung der Vereinigten Staaten aufgefordert wurde, eine internationale Konferenz zur Klärung der offenen Fragen einzuberufen. Eine weitere Resolution forderte Italien auf, zu einer Sonderkonferenz der Internationalen Geodätischen Vereinigung einzuladen.

Die 7. Internationale Geodätische Konferenz, die Teilnehmer bestanden hauptsächlich aus Astronomen, Mathematikern und Geodäten, versammelte sich 1883 in *Rom* und verabschiedete 6 Resolutionen, deren Inhalt nachstehend kurz zusammengefaßt wird:

I Eine Vereinheitlichung der Längenzählung ist aus verschiedenen Gründen wünschenswert.

II befaßte sich mit der Dezimalteilung des rechten Winkels

III stellte fest, daß der Ausgangsmeridian willkürlich festgelegt werden müsse und verwarf verschiedene Vorschläge, die sich auch mit der Frage eines neutralen Ausgangsmeridians befaßten. Weiters wurde festgehalten, daß der Ausgangsmeridian durch ein Observatorium erster Ordnung definiert sein müsse und daß nur die Observatorien von *Paris*, *Greenwich*, *Berlin* und *Washington* wirklich den wissenschaftlichen Anforderungen entsprächen. Auf Grund der Feststellung, daß der überwiegende Teil der Navigation im Überseehandel bereits mit der Länge von *Greenwich* rechnete, wurde den Regierungen die Annahme dieses Meridians als Ausgangsmeridian der Längenzählung empfohlen.

IV die Längen sollten von 0°-360° von West nach Ost gezählt werden

V-VI empfahlen die Einführung einer Universalzeit und eines Universaltags, beginnend mit Greenwich-Mittag. Letzteres hatte den Zweck, den Universaltag dem astronomischen Tag, der seit der Antike zu Mittag begann, anzugleichen.

Als erste direkte Folge dieser Resolutionen führten einige Wochen später die Eisenbahngesellschaften der Vereinigten Staaten und Kanadas ein auf den Greenwich-Meridian bezogenes Zeitzonensystem ein. Bereits im Oktober 1884 verwendeten 85 % der Städte mit mehr als 10.000 Einwohnern diese neue Regelung der Zonenzeit. Der Kongreß der Vereinigten Staaten legalisierte diesen Standard 1918.

Unmittelbar nach dem Ende der Konferenz in *Rom* lud das Außenministerium der Vereinigten Staaten alle Länder, zu denen diplomatische Beziehungen bestanden, für den Oktober 1884 zu einer Konferenz nach *Washington* ein. Im Gegensatz zur hauptsächlich wissenschaftlich ausgerichteten Konferenz in *Rom,* war für *Washington* eine Lösung der offenen Fragen auf Diplomatenebene geplant. Aber auch an dieser Konferenz nahmen zahlreiche Wissenschaftler teil.

Die erste Resolution dieser Konferenz stellte wieder fest, daß ein gemeinsamer Ausgangsmeridian für alle Nationen wünschenswert sei. Bei der Frage, welcher Meridian gewählt werden sollte, wurden zunächst die alten Standpunkte wiederholt. Frankreich wollte zuerst nur über die Prinzipien der Wahl diskutieren und die Festlegung einer späteren, mehr technischen Konferenz überlassen. Als dies von der Mehrheit abgelehnt wurde, bestand Frankreich auf einem neutralen Meridian, wie durch die *Beringstrasse*, *Teneriffa* oder die *große Pyramide*. England und die Vereinigten Staaten vertraten den Standpunkt, daß dies aus wissenschaftlichen und praktischen Gründen nicht möglich sei. Den Ausschlag gab schließlich eine Statistik, die zeigte, daß 72 % der kommerziellen Tonnage bereits damals mit dem Greenwich-Meridian arbeitete, während sich die restlichen 28 % auf 10 verschiedene Ausgangsmeridiane verteilten. Am 31. Oktober 1884 stimmte die überwältigende Mehrheit der Delegierten für die Resolution II: 'That Conference proposes to the Governments here represented the adoption of the meridian passing through the centre of the transit instrument at the Observatory of *Greenwich* as the initial meridian for longitude'.

Die folgenden Resolutionen legten weiter fest daß, im Gegensatz zur Resolution IV von *Rom*, die Längen nach Ost von 0° bis +180° und nach West von 0° bis -180° gezählt werden sollten. Weiters wurde die Annahme eines allgemeinen mittleren Sonnentags, beginnend um Mitternacht am Nullmeridian von *Greenwich*, der von 0 bis 24 Stunden gezählt werden sollte, empfohlen. Das Problem hier war, wie bereits erwähnt, die seit der Antike übliche Zählung der Stunden durch die Astronomen ab Mittag. Doch zählten im 19. Jahrhun-

dert bereits die meisten Länder ihre Zeit ab Mitternacht, ein Standpunkt der sich schließlich durchsetzte. Es dauerte aber noch 35 Jahre, bis auch der Beginn des astronomischen Tages von Mittag auf Mitternacht verschoben wurde. Schließlich wurde noch die Hoffnung auf eine allgemeine Annahme des Dezimalsystems für die Winkel- und die Zeitteilung ausgedrückt [HOWSE 1985]. Diese Resolutionen waren Empfehlungen an die verschiedenen Regierungen und ihre Umsetzung hing von deren jeweiligen Interessen ab. Der Meridian von Greenwich setzte sich auf den Landkarten langsam aber sicher durch, die endgültige Einigung auf Greenwich erfolgte aber erst auf den internationalen Weltkartenkonferenzen von 1911 und 1913 [STAMS 1986, S. 549].

Den Fortschritt in der Vereinheitlichung des Ausgangsmeridians der Längenzählung zeigen folgende, nur 17 Jahre auseinanderliegende Bemerkungen zu diesem Thema: Stellte *Heinrich Gretschel* 1873 noch bedauernd fest, daß hauptsächlich drei Ausgangsmeridiane in Verwendung wären: - '*Ferro* in Deutschland, *Paris* in Frankreich sowie *Greenwich* in England und für die Seefahrt' [GRETSCHEL 1873, S. 38] -, so konnte *Siegmund Günther* bereits 1890 erklären: 'nahezu sämtliche Kulturvölker sind übereingekommen den Meridian der englischen Hauptsternwarte *Greenwich* als Anfangsmeridian anzuerkennen' [GÜNTHER 1890, S. 235].

Die Einführung der Greenwich Mean Time (GMT) und der damit zusammenhängenden Zeitzonen brauchte jedoch wesentlich länger. Frankreich stellte erst 1911 und als letztes Land, Liberia, 1972 auf GMT um. Da sich die Radio-Zeitsignale der verschiedenen Stationen um bis zu mehrere Sekunden voneinander unterschieden, lud Frankreich 1912 zu einer internationalen Konferenz in *Paris*, um die Zeitangaben der verschiedenen Observatorien zu koordinieren und die Zeit mit größtmöglicher Genauigkeit festzulegen. Zu diesem Zweck wurde das 'Bureau International de l'Heure' (BIH) in *Paris* eingerichtet, das noch heute diese Aufgabe erfüllt. 1984 koordinierte es die Zeitangaben von 134 Atomuhren in 20 Ländern [HOWSE 1985].

Seit der Gründung der Sternwarte *Greenwich* 'for the finding out of the longitude of places for perfecting navigation and astronomy' war der Meridian der Sternwarte durch ihr Meridianinstrument festgelegt. Beginnend mit dem 'mural arc' von *John Flamsteed* (1646-1719) wurden, entsprechend dem technischen Fortschritt, eine ganze Reihe von Instrumenten installiert, was jeweils eine leichte Verschiebung des Meridians der Sternwarte zur Folge hatte. Die letzte Korrektur, ausgelöst durch den Bau des Airy-Transitinstruments, es ersetzte das 1816 von *John Pond* (1767-1836) gebaute Instrument, erfolgte 1851 und verursachte eine Verschiebung des Meridians um 5,8 m nach Osten [SALLNOW 1984; STOTT 1985; ADAMS 1994]. Da sich die Sichtverhältnisse in *Greenwich* durch die Nähe der Großstadt *London* stark verschlechtert hatten, wurde das Observatorium nach Schloß *Herstmonceux* in Sussex übersiedelt - The Royal Greenwich Observatory Herstmonceux - wo 1957 die regelmäßigen Beobachtungen aufgenommen wurden. Das Old Royal Observatory in *Greenwich* wurde ein Teil des National Maritime Museum. Heute ist der Nullmeridian nicht mehr durch die optische Achse des Transitinstrumentes von *Greenwich* definiert, sondern durch die auf den Greenwich-Meridian bezogenen Längen einer Menge von Festpunkten [SCHÖDLBAUER 2000].

Dies bedeutete jedoch nicht, daß der alte Ferromeridian gänzlich außer Gebrauch kam. Die österreichische Landesvermessung verwendete seit ihren Anfängen bis vor kurzem als Bezugsmeridian den Ferro-Meridian nach der Definition *Delisles*. Während das deutsche Gauß-Krüger System seine längentreuen Hauptmeridiane seit 1922 nach *Greenwich* orientierte, blieb Österreich bei den auf *Ferro* ausgerichteten Mittelmeridianen M 28°, M 31° und M 34°, die den Vorteil haben, daß sich das ganze Staatsgebiet auf nur drei Streifensystemen darstellen läßt. Aus diesem Grund trugen auch die offiziellen österreichischen Karten u. a. den Vermerk 'Länge von *Ferro* = Länge von *Greenwich* +17°40'00'' '. Als Bezugsfläche wurde in beiden Staaten das Besselsche Ellipsoid verwendet [HAKE 1982, S. 186 und 190]. Erst in jüngster Zeit wird im Rahmen eines gesamteuropäischen Projektes daran gearbeitet, die offiziellen Kartenwerke auf den UTM Netzentwurf mit 6° Streifen, basierend auf dem Ellipsoid der Internationalen Union für Geodäsie und Geophysik (IUGG) 1984 und den Meridian von *Greenwich*, umzustellen.

2.4 Ausgangsmeridiane lokaler Bedeutung im 19. Jahrhundert

Eine Aufzählung zahlreicher Ausgangsmeridiane, sowohl für den astronomischen, als auch den kartographischen Gebrauch, findet sich bei [HAAG 1913]. Im Zuge der flächendeckenden Landesvermessungen im 19. und 20. Jahrhundert wurden neben den Meridianen der Hauptsternwarten auch zahlreiche weitere geodätische Bezugsmeridiane verwendet. Wie bereits früher erwähnt, sind diese Meridiane aber genau mit ihren Längenabständen zu *Greenwich* definiert und können als verdeckte Greenwich-Meridiane betrachtet werden.

Im 'Planheft Großdeutsches Reich' von 1944 werden etwa 25 verschiedene Bezugsmeridiane der Landesvermessung für die verschiedenen Teile des ehemaligen Reichsgebiets, der Alpen- und Donau-Reichsgaue sowie von Teilgebieten der ehemaligen österreichischen Monarchie angeführt. Für die Katastervermessungen kommen noch zahlreiche weitere Bezugsmeridiane hinzu [REICHSMINISTERIUM DES INNEREN, 1944, S. 118-127]. Für das österreicherische Staatsgebiet sind im 'Planheft' die Meridiane von *Wien*- St. Stephan, *Gusterberg* bei *Kremsmünster*, *Schöckl* bei *Graz*, (*Krimberg* bei *Laibach*) und der südliche Turm der Pfarrkirche von *Innsbruck* angeführt. Die österreichische Landesvermessung rechnete mit der durch Erlaß des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen festgelegten Länge von Ferro von 17°40'00" westlich von *Greenwich* [ZEGER 1983].

Italienische Karten des 'Istituto Geografico Militare' zeigen den Vermerk 'Le coordinate geografiche sono riferite all' Ellissoide Internazionale orientato a *Roma* (*M. Mario*)', wobei der Längenunterschied zu *Greenwich* definiert ist als 'Longitudine di *Roma M. Mario* da *Greenwich* 12°27'08",40 '. Auch die Längenunterschiede zu *Paris* und *Ferro* sind in den Anweisungen enthalten [ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE, 1963]. Die spanischen Karten 1:50.000 der Edición Militar sind auf einen Meridian ca. 8' östlich des Zentrums von *Madrid* ausgerichtet. Die Karten des 'Instituto Geográfico e Cadastral' von Portugal gehen vom Meridian des Observatorio do Castelo von *Lissabon*, 9°14'01",2 westlich von *Greenwich* aus und zeigen eine Doppelgradierung. Die Karten des französischen 'Institut Géograhique National' von 1964 auf dem Ellipsoid von Clarke zeigen eine Doppelgradierung nach *Paris* und *Greenwich*, wobei *Paris* mit 2°20'14" 'Est du Méridien International' festgelegt ist.

Die Karten des 'Geodaetisk Institut *Köbenhavn'* zeigen 1965 einen Bezugsmeridian von *Kopenhagen* mit der Definition 12°34'40" östlich von *Greenwich*. Karten Schwedens weisen eine Dreifachgradierung auf - *Greenwich*, UTM-Netz und Reichsnetz. Der Bezugsmeridian des Reichsnetzes ist das alte Observatorium von *Stockholm*, 15°48'29,8" östlich von *Greenwich*. Die norwegischen Karten von 'Norges Geografiske Oppmåling' in verschiedenen Maßstäben zeigen an den vorliegenden Karten von 1936 bis 1960 eine Gradierung nach *Oslo* - 'Oslo meridian er 10°43'22,5" aust *Greenwich*'. Eine Karte 1:50.000, deren Ausgabedatum nicht festgestellt werden konnte, zeigt eine Doppelgradierung. Die Karten des ehemaligen Rußland sind auf die Sternwarte *Pulkowa*, südlich von *St. Petersburg* , 30°19'39" östlich von *Greenwich*, bezogen.

Manchmal wurden auch verschiedene lokale Meridiane als Ausgangsmeridiane verwendet, wie z. B. der Meridian von *Philadelphia* zwischen 1749 und 1816 oder der Meridian von *Washington* zu Beginn des 19. Jahrhunderts; ein Meridian war festgelegt durch die Kuppel des Capitols, ein anderer durch das Weiße Haus. Da es aber bis 1847 kein nationales Observatorium gab, war der Abstand des Meridians der Kuppel des Capitols von *Greenwich* nicht genau bekannt. Der Kongreß bestimmte 1850 den Meridian des Marineobservatoriums (77°03'02" westlich von *Greenwich*) als offiziellen Bezugsmeridian der Vereinigten Staaten, mit Ausnahme der Karten für die Seefahrt, die sich weiterhin auf *Greenwich* bezogen [EDNEY 1993; EDNEY 1994].

Eine Beschreibung der Probleme, welche die Verwendung von 153 Bezugsmeridianen beim Ordnance Survey von Großbritannien und Irland zur Folge hatte, zeigt, daß der Basismeridian des nationalen Systems etwa 8 m östlich des internationalen Nullmeridians verläuft. Rund $^{2}/_{3}$ des Fehlers gehen auf den unberücksichtigten

Übergang vom *Bradley-Pond* Transitinstrument auf das Teleskop von *Airy* zurück, ein Fehler von 2,25 m aber verbleibt unerklärt [ADAMS 1989/90; ADAMS 1994].

Wie bereits in Abschnitt 0 erwähnt, sind diese Ausgangsmeridiane aber nicht mehr Gegenstand dieser Untersuchung da sie, infolge der Genauigkeit der Karten, ohne weiteres durch Rückrechnung ermittelt werden können.

2.5 Zwei Untersuchungen alter Landkarten auf ihre Ausgangsmeridiane

Da bisher nur zwei Untersuchungen, die sich konkret mit der Bestimmung von Ausgangsmeridianen von Regionalkarten befassen, gefunden wurden, werden diese beiden Arbeiten von *Eduard Imhof* und *Hans Kleinn* etwas ausführlicher besprochen. Beide Untersuchungen begehen den Fehler, die Längenwerte von alten Karten im modernen Längensystem abzutragen, das eben nicht die Grundlage für die Festlegung der alten Werte gewesen sein konnte.

2.5.1 Untersuchungen an vier Schweizer Karten, *Eduard Imhof*

Eduard Imhof ging bei einer Untersuchung der Ausgangsmeridiane 1945 von nur vier möglichen, d.h. früher verwendeten Ausgangsmeridianen der Längenzählung aus. Es waren dies die Meridiane von *Corvo* (*Azoren*), *Santiago* (*Kap Verden*) sowie *Ferro* und *Teneriffa* (*Kanarische Inseln*). Er untersuchte dabei vier zwischen 1497 und 1680 erschienene Karten des Kantons *Zürich* [IMHOF 1945, S. 235-237].

Diese Arbeit wurde ziemlich flüchtig verfaßt und führte, zumindest teilweise, zu falschen Ergebnissen. Ein offensichtlicher Fehler ist, daß *Imhof* die Längendifferenz zwischen *Bern* und *Corvo* mit 36° statt mit 38°34' annahm. Für die Ptolemäus- und die Mercatorkarte wird jeweils als wahrscheinlichster Ausgangsmeridian die Insel *Santiago* der *Kap Verden* ermittelt. Da es sich bei der Mercatorkarte um eine Regionalkarte aus dem Jahr 1585 handelt, ist sicher, daß für beide Karten die Längen ab einem, im Falle *Mercators* etwas variierten, ptolemäischen Meridian gezählt wurden. Die Feststellungen bezüglich der Türst- und Visscherkarte konnten nicht überprüft werden. Gemildert werden diese fehlerhaften Ergebnisse allerdings durch die Feststellung, daß keine Sicherheit über die Richtigkeit dieser Annahmen bestehe.

2.5.2 Die Nullmeridiane alter Karten Nordwestdeutschlands, *H. Kleinn*

Eine eingehende Untersuchung über die Lage der Ausgangsmeridiane, die *Hans Kleinn* an etwa 400 alten Karten Nordwestdeutschlands durchführte [KLEINN 1981 a, b], ergab, daß bei einfacher Rückrechnung, mit etwa 10 Ausgangslinien der Längenzählung gerechnet werden muß.

Den am weitesten westlich, bei 33°30' westlich von Greenwich, verlaufenden Meridian diskutiert *Kleinn* im Hinblick auf zwei mögliche Ausgangslinien: Der Ost-Spitze Südamerikas und der Demarkationslinie des Vertrages von *Tordesillas* aus dem Jahre 1494. Er scheidet die Ost-Spitze (*Cabo Branco*) wegen des sich dabei ergebenden Fehlers von mehr als 1° aus und meint, da dieser Meridian nur kurze Zeit verwendet wurde, daß es sich um die Demarkationslinie handle, auch wenn dabei der Fehler etwas größer ausfällt.

Einige Weltkarten von *Willem Janszoon Blaeu* (1571-1638), sie sind nicht identifiziert, sollen die Demarkationslinie als Nullmeridian zeigen. Wenn es sich um die Weltkarte <Nova totius orbis terrarum geographica ac hydrographica tabula> von 1641 handelt, ist der Ausgangsmeridian durch *Corvo* fixiert, das auf dieser Karte, wie damals öfter der Fall, westlich der Ost-Spitze Süd-Amerikas gelegen ist. Diese Verhältnisse sind auch in Abbildung 1-5 dargestellt, wo in den Weltkarten von *Petrus Kaerius* (um 1571-1646) und *Nicolaes Visscher* (1618-1679) die Inseln *Corvo* und *Flores* der *Azoren* deutlich westlich der Ostspitze Südamerikas liegen. Bei der Bestimmung der Linie von *Tordesillas*, die mit 370 spanischen Leguas westlich der *Kap Verdischen Inseln* festgelegt war, unterlief *Hans Kleinn* allerdings ein Fehler. Er rechnete die spanische Legua als moderne

Seemeile, d.h. als $^{1}/_{60}$ eines heutigen Meridiangrads. Daraus ergab sich eine Demarkationslinie von 32° westlich von *Greenwich* als die Linie von *Tordesillas*. Der richtige Wert liegt aber, wie in Abschnitt 2.1 ausgeführt, bei 46° westlich von Greenwich, da '17½ Leguas auf einen Grad' gerechnet wurden (s. Abb. 3-4). Der Fehler dieser Rechnung ist aber schon daraus ersichtlich, daß ein Meridian 32° westlich von *Greenwich* ca. 3° östlich von *Cabo Branco* (34°45' westlich von *Greenwich*) durch den Atlantik laufen würde. Andererseits wurde aber Brasilien gerade deshalb der portugiesischen Einflußsphäre zugeteilt, weil es eben östlich der Teilungslinie lag.

Die Meridiane der *Kap Verden* (22°40' bis 23°40' westlich von *Greenwich*) wurden, wenn man die Frage, ob es sich um einzelne Inseln oder um die Gruppe als Ganzes handelt, offen läßt, ohne Probleme identifiziert. Aber nicht alle Meridiane, die offensichtlich den *Kap Verden* zugezählt werden, beziehen sich wirklich auf diese Inselgruppe. Das zeigt das nachstehend angeführte Beispiel eines Ausgangsmeridians von *P. Heinrich Scherer S.J.* (1628-1704).

Eine, in anderem Zusammenhang durchgeführte Auswertung der ‹Tabellæ Geographicæ› von *P. Heinrich Scherer* /SCHERER 1703, Bd. VI, S. 47/ der Längenwerte Kärntens ergab z. B. folgendes Bild:

Der Abschnitt 'Carinthia v. Kärndten' weist 12 Ortspositionen auf. Ein Ort liegt außerhalb Kärntens, einer ist ohne Koordinaten angeführt und bei zwei weiteren mußte die Länge, an Hand der dazugehörigen Karte Scherers von 1699, korrigiert werden (Längen 36°04' statt 37°04' bzw. 37°09' statt 38°31'). Reproduktion 4-23 im Anhang zeigt diese Tabelle. Mit dem nach der Korrektur bestimmten Mittel der 10 verbleibenden Längenwerte wurde, ohne Berücksichtigung des für Scherer charakteristischen Fehlerverlaufs, auf den Ausgangsmeridian zurückgerechnet. Dieser verlief 15' östlich der Insel *Santiago* der *Kap Verden*, ein Meridian der auch von *Eduard Imhof* als eine der vier möglichen Ausgangslinien der Längenzählung genannt wird [IMHOF 1945, S. 236]. In Band V der 'Geographia Artificialis' stellt *P. Heinrich Scherer* auf S. 13 aber eindeutig fest, daß er beim Nullmeridian der 'Geographia Reformata' von *P. Giovanni Battista Ricciolo S.J.* (1598-1671) folge, der den Ausgangsmeridian wieder nach *Palma* (*Kanarische Inseln*) zurückgeholt habe /SCHERER 1703/. Der Gesamtfehler betrug also etwa +5° die sich aus den atlantischen- und Festlandsfehlern von jeweils +3° und +2° zusammensetzten.

Auch der nächste, weiter östlich gelegene Meridian bei 21°30' westlich von *Greenwich* durch *San Miguel* und *Santa Maria*, die östlichsten Inseln der *Azoren*, wurde nach *Kleinn* bis ins 18. Jahrhundert oft verwendet. Er trat erstmals bei *Mercator* auf und sei auch der Ausgangsmeridian der Weltkarte <Ad usum nauigantium> von 1569. Der Meridian verläuft auf dieser Karte über *S. Michaelis* außermittig, während er zentrisch über die Inseln *Sal, Boa Vista und Mayo* der *Kap Verden* verläuft. Der Nachweis, daß dieser Meridian auf die *Kap Verden* und nicht auf die *Azoren* hin ausgerichtet ist, findet sich im Abschnitt 4.4.2. Da damals lange die östlichsten Inseln der *Azoren* und *Kap Verden* als auf einem Meridian liegend angenommen wurden, ist diese Verwechslung mit *Boa Vista* der *Kap Verden*, das nach *Mercator* häufig als Ausgangsmeridian verwendet wurde, leicht erklärlich.

Ein häufig verwendeter Meridian, in drei Versionen, liegt zwischen 19°30' und 20°20' westlich von *Greenwich*. Ohne feststellbare Fixierung verläuft er zwischen *Boa Vista* und *Ferro* durch den Atlantik. *Kleinn* nimmt an, daß es sich entweder um grobe Fehlrechnungen oder um eine willkürliche Festlegung handelt. Dieser Meridian wird auch im Lexikon zur Geschichte der Kartographie als 'vermutlich willkürlich' angeführt [STAMS 1986, S. 549]. In Abschnitt 5.1.2 wird dieser Meridian näher untersucht und mit dem Meridian des *Pico de Teide* auf der *Kanareninsel Teneriffa*, 16°39' westlich von *Greenwich*, identifiziert.

Die nächsten vier Ausgangsmeridiane sind durch die *Kanarischen Inseln* festgelegt. Am häufigsten tritt natürlich *Ferro* auf, während Teneriffa achtmal, Gran Canaria und die West-Spitze von *Fuertaventura* jeweils nur einmal verwendet wurden. Die Überlegung *H. Kleinns*, ob es sich bei den letzteren 3 Meridianen wirklich um die einzelnen Inseln oder nur um die Inselgruppe als Ganzes gehandelt habe, kann aber nur für *Gran Canaria* gestellt werden. Der auffallende *Pico von Teneriffa* wurde ganz bewußt als Ausgangsmeridian verwendet, wie

auch der folgende Hinweis auf den Ausgangsmeridian in *Jean Blaeus* (1598-1673) Atlas aus dem Jahre 1663 zeigt: 'passe par la haute montagne apellée Pico de Teide en Teneriffe, l'une des isles Canaries' /BLAEU 1663, Bd. I, nicht paginiert/. Auch der Meridian von *Fuertaventura* wurde im 16. Jahrhundert mehrmals als Ausgangsmeridian der Längenzählung verwendet (s. Abschnitt 5.5.3).
Die beiden restlichen Meridiane, *London* und *Paris,* traten erst um die Mitte des 18. Jahrhunderts auf und wurden ein- bzw. dreimal verwendet.

2.5.3 Weitere Auswertung der Untersuchungen von *Hans Kleinn*

Die Arbeit von *H. Kleinn* präsentiert ihre Ergebnisse sehr summarisch und erlaubt keine Zuordnung von bestimmten Karten zu Kartographen oder Herausgebern. Auch ist die Anzahl der jeweils von einem bestimmten Kartographen in die Untersuchung mit einbezogenen Karten nicht festzustellen. Sie läßt sich aber, unter bestimmten Annahmen, hinsichtlich der Dauer der Verwendung der verschiedenen Ausgangsmeridiane sowie ihrer Mehrfachverwendung durch die einzelnen Kartographen auswerten. Es ist aber davon auszugehen, daß eine ganze Reihe von Ausgangsmeridianen, vor allem von älteren Karten, mit Sicherheit falsch bestimmt wurden. Für eine Kontrolle oder Korrektur fehlen die erforderlichen Daten. Insgesamt dürfen daher diese zusätzlichen Auswertungen nur in ihrer Tendenz gesehen werden.

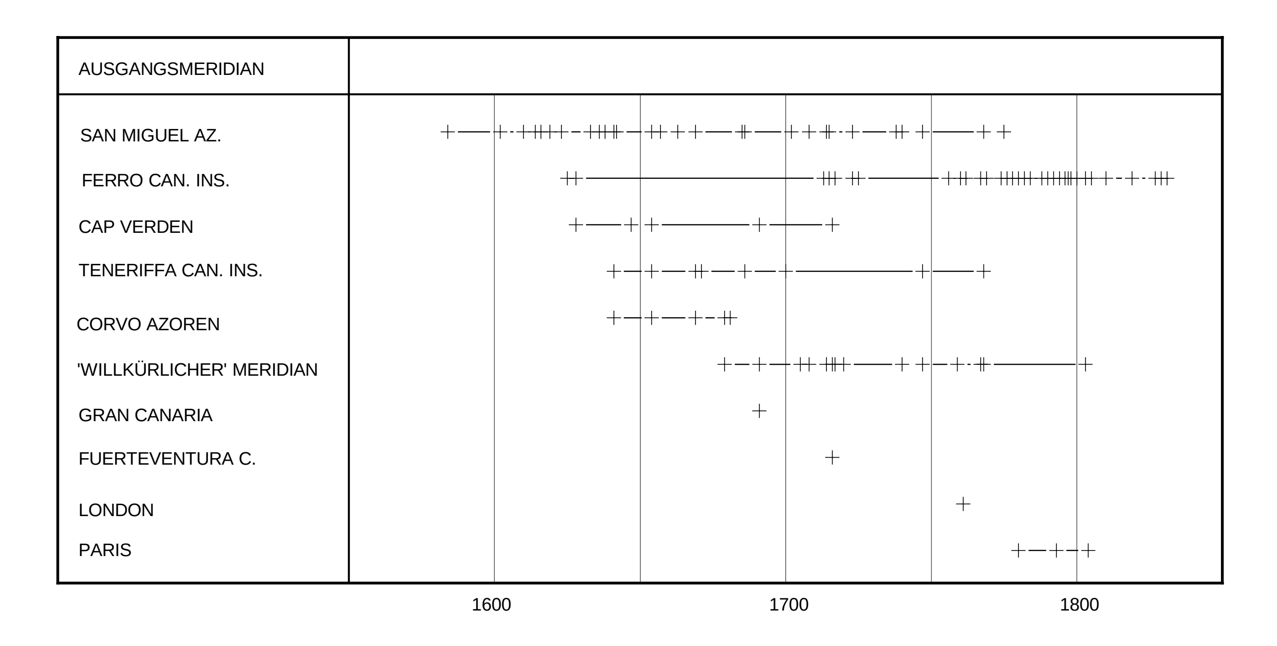


Abb. 2-1: Dauer des Auftretens verschiedener Ausgangsmeridiane auf den Karten Nordwestdeutschlands von *Hans Kleinn* 1981. Die Bestimmung der Ausgangsmeridiane ist unsicher.

Bei der Aufzählung der verwendeten Ausgangsmeridiane sind meist nur Geburts- und/oder Todesjahr der Kartographen angeführt. Es wurden daher, um einen zeitlichen Überblick zu erhalten, folgende Annahmen hinsichtlich der Verwendungszeit der betreffenden Meridiane getroffen:

- Ist das Todesjahr eines Kartographen angegeben:	Todesjahr -10 Jahre
- Bei Angabe z. B. 2. Viertel 18. Jahrhundert:	1740
- Bei Angabe z. B. um 1700:	1700

Die verschiedenen Ausgangsmeridiane, die Häufigkeit ihres Auftretens und die Dauer ihrer Verwendung sind in Abbildung 2-1 zusammengestellt. Hierzu ist noch zu bemerken, daß die Untersuchung mit dem Beginn des 19. Jahrhunderts endet und daß daher der Meridian von *Ferro*, dessen Auftreten mit fortschreitender Zeit immer dichter wird, unterrepräsentiert erscheint. Die Ergebnisse der Auswertung, wie lange Kartographen meh

rere Bezugsmeridian verwendeten, zeigt Abbildung 2-2. Mit fortschreitender Zeit ist die rückläufige Tendenz, abgesehen von der Ausnahme *Le Rouges,* bei dem noch um die Mitte des 18. Jahrhunderts vier Ausgangsmeridiane auftreten, klar zu erkennen.

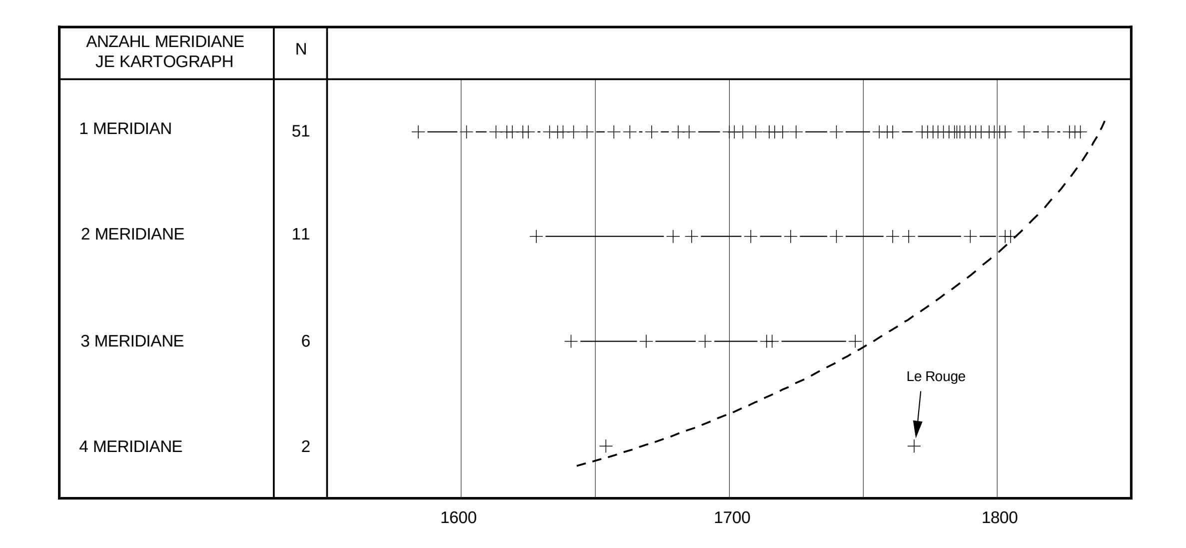


Abb. 2-2: Verwendungsdauer mehrerer Ausgangsmeridiane durch einen Kartographen, Auswertung einer Untersuchung von Karten Nordwestdeutschlands von *Hans Kleinn* 1981

Diese Auswertungen der Arbeit von *H. Kleinn* umfassen zwar eine große Anzahl von Karten, die aber doch recht willkürlich ausgewählt wurden und beruhen auf den oben angeführten Annahmen hinsichtlich ihrer Verteilung über die Zeit. Weiters ist es möglich, daß Kartographen, die in Abbildung 2-2 nur mit der Verwendung eines Ausgangsmeridians registriert wurden, auf anderen, nicht in diese Untersuchung einbezogenen Karten auch andere Meridiane benützten. Dies läßt sich z. B. für *Christoph Weigel d. Ä.* (1654-1725) nachweisen.

2.6 Schlußfolgerungen

Zusammenfassend kann man sagen, daß das Problem der von den verschiedenen Kartographen verwendeten Ausgangsmeridiane, obwohl einer Untersuchung durch ihre Darstellungen auf Welt- und Erdteilkarten sowie in Tabellen gut zugänglich, noch kaum bearbeitet wurde. Die Hinweise in der Literatur und auch die auf einer breiteren Basis durchgeführten Untersuchungen von *H. Kleinn* reichen nicht aus, für eine bestimmte Karte den vom Kartographen 'beabsichtigten' Ausgangsmeridian der Längenzählung und den damit verbundenen Längenfehler festzustellen.

Eine genauere Untersuchung muß daher von den Karten und Positionstabellen der verschiedenen Kartographen und Astronomen ausgehen und die in ihnen auftretenden Längenfehler mittels geschlossener Datenreihen identifizieren. Ein Vergleich der Regionalkarten mit den Welt- und Übersichtskarten wird dann zu besseren Vorstellungen über deren beabsichtigte Ausgangsmeridiane der Längenzählung und ihrer Fehler führen, zumindest aber die Möglichkeiten der Zurechnung eingrenzen.

3 Untersuchungsmethoden und Darstellung der Ergebnisse

3.1 Allgemeine Angaben zu den Untersuchungen

3.1.1 Die Primärquellen der Untersuchung

Es wurde eine größere Zahl verschiedener Quellen ausgewertet. Ein Verzeichnis der Primärquellen der Untersuchung befindet sich im Abschnitt 9 am Ende dieser Arbeit. Bei dieser Untersuchung ist zwischen alten Karten und Tabellen zu unterscheiden. Die alten Karten können in Atlanten eingebunden sein oder auch als Einzelkarten vorliegen. Teilweise wurden statt Altkarten aus dem 16. bis 19. Jahrhundert auch deren entsprechende Faksimiledrucke ausgemessen. Im allgemeinen ist die Untersuchung von Faksimiledrucken jener von alten Originalkarten vorzuziehen. Da die alten Atlanten empfindlich sind und auch das Papier oft Brüchigkeit zeigt, müssen sie mit entsprechender Vorsicht behandelt werden. Auch das Kopieren von Atlaskarten ist kaum möglich, da das notwendige Aufbiegen der Bände die Festigkeit der Rük-ken überfordern würde. Diese Schwierigkeiten entfallen bei der Arbeit mit Faksimiledrucken. Ähnliches gilt auch für die Untersuchung von alten Globen.

3.1.2 Abgrenzung des untersuchten Gebietes und Zeitraumes

Die Bestimmung von Ausgangsmeridianen der Längenzählung alter Karten Mitteleuropas erfordert die Kenntnis der Längenfehler ihres Bezugssystems. Der geographische Bereich für die Untersuchung der früheren Längenfehler ergab sich aus folgenden Überlegungen:

- Im Westen mußten alle Inseln im Atlantik, die als Ausgangsmeridiane in Frage kamen, erfaßt werden. Der westlichste Punkt war somit *Kap San Augustino*, das früher als die Ostspitze Südamerikas betrachtet wurde.
- Im Osten war durch das Ende des Mittelmeers, durch das auch der alte ptolemäische Längenfehler der Längsachse dieses Meers erfaßt wurde, ein natürlicher Endpunkt gegeben. Die östlichsten in die Untersuchung einbezogenen Orte waren *Damaskus* und *Aleppo*.
- Die Breitenausdehnung des Bereichs ergab sich hauptsächlich aus praktischen Überlegungen. Um möglichst einheitlich vorgehen zu können, sollten die erfaßten Orte auch in den älteren Karten und Tabellen enthalten sein. Eine zu weite Ausdehnung des Untersuchungsbereichs hätte in früher nur ungenau bekannte Gebiete geführt und damit in diesen Bereichen zu wesentlich größeren Längenfehlern, die das Gesamtbild verzerrt hätten.
- Die nördliche Begrenzung ergab sich aus der Erfassung Mitteleuropas im Norden mit den Breiten von *Amsterdam*, *Kopenhagen* und *Danzig*. Im Osten des Untersuchungsbereichs, wo - verglichen mit West- und Mitteleuropa - wesentlich weniger Werte zur Verfügung standen, wurde - wenn möglich - *Perekop* mit erfaßt.
- Abgesehen von den südlicher liegenden Inseln im Atlantik verlief die Süd-Grenze der Untersuchung von *Ceuta* (*Septa*) über *Kairo* und *Jerusalem* bis *Damaskus*.
- Der zeitliche Rahmen dieser Untersuchung reicht von einem Ptolemäus-Manuskript der Mitte des 15. Jahrhunderts bis zum Ende des 18. Jahrhunderts. Diese Jahrhundertwende bietet sich aus mehreren Gründen als Schlußpunkt dieser Arbeit an. Die Qualität der Land- und Seekarten war zu dieser Zeit bereits so hoch, daß eine Rückrechnung von einem beliebigen Meridian auf den Ausgangsmeridian keinerlei Schwierigkeiten mehr bereitet. Die bereits im letzten Viertel des 18. Jahrhunderts einsetzenden flächendeckenden Landes- und Katastralvermessungen verfeinerten die Grundlagen der Kartographie immer weiter. In den Karten Europas traten also im 19. Jahrhundert kaum mehr nennenswerte Fehler auf. Die Ausgangsmeridiane nationaler Vermessungssysteme waren mit ihren Längenunterschieden zu *Paris* oder *Greenwich* genau definiert.

3.1.3 Genauigkeit der Ausgangswerte, Zahlenformate

3.1.3.1 Genauigkeit der Positionsangaben

Zur genauen Ablesung der IST-Längen- und Breitenwerte der alten Karten wurden 95, sich um je einen Millimeter Länge unterscheidende Maßstäbe mit Zehnerteilung im Bereich von 6 bis 100 mm Länge auf Transparentfolien gedruckt. Die weitere Unterteilung dieser Maßstäbe lag, abhängig von deren Länge, zwischen 30' und 10'. Ein Beispiel eines solchen Blattes mit Maßstäben zeigt Abbildung 3-1 im Anhang.

Die heutigen geographischen SOLL-Koordinaten wurden dem Register des [TIMES-ATLAS 1973] entnommen wo sie auf 1' genau angegeben sind. Bei Koordinaten, die alten Landkarten entnommen wurden, ist die Ablesegenauigkeit abhängig vom Maßstab der alten Karte. Während bei Regionalkarten die Ablesung der Werte meist ohne Schwierigkeiten auf 1' genau möglich ist, bei Karten größeren Maßstabs auch auf 15", liegt bei den Erdteilkarten die mögliche Ablesegenauigkeit zwischen 1' und 5'. Bei den Weltkarten, insbesondere bei den Planigloben im nördlichen Bereich sind es, je nach dem Durchmesser der Karte, zwischen 5' und 15', bei Karten sehr kleinen Maßstabs auch 30'. In den älteren Tabellen sind, vor allem im Osten des Untersuchungsbereichs, die Werte oft im Gradmaß auf 10' gerundet. Bei den Tabellen, die den Längenunterschied als Zeitdifferenz angeben wie bei *J. Regiomontan* (1436-1476), *J. Stöffler* (1452-1531) oder *J. Kepler* (1571-1630) liegt die inhärente Genauigkeit, da nur Minuten angeführt wurden, bei 15 Längenminuten. Angaben von Sekunden sind erst im 18. Jahrhundert feststellbar.

3.1.3.2 Zahlenformate in Tabellen und Text

Alle Längen- und Breitenangaben beziehen sich auf eine Teilung des Vollkreises in 360° (Grad) bzw. 24^h (Stunden). Die Ausgangswerte der geographischen Koordinaten der Orte wurden im Hexagesimalsystem in Grad und Minuten ermittelt (° '). Dies gilt sowohl für die heutigen SOLL-Koordinaten als auch für die in den alten Karten gemessenen IST-Positionen. Alte geographische Tabellen führten die Längenunterschiede zum Ausgangsmeridian manchmal auch im Zeitmaß in Stunden, Minuten und eventuell Sekunden ($^{h\,m\,s}$) an. Bei der Angabe von Zeitunterschieden wurden diese mit dem Faktor 15 in das Gradmaß umgerechnet. Für die weiteren Berechnungen und die Einträge in den Tabellen dieser Arbeit wurden die Bruchteile der Grade in das Dezimalsystem umgerechnet. Werte in diesem Format sind mit GRAD bezeichnet. Die drei in dieser Arbeit verwendeten Einheiten der Winkelmessung mit ihren Zahlenformaten sind in Tabelle 3-1 zusammengestellt.

	MASSEINHEITEN	BEZEICHNUNG	NACHKOMMA-STELLEN / ZAHLENFORMAT
Gradmaß	Grad-Minuten-(Sekunden)	° ' (")	2 (4) / ggg,mm(ss)
Gradmaß	Grad-Bruchteile dezimal	GRAD	4 / ggg,gggg
Zeitunterschied	Stunden-Minuten-(Sekunden)	h m (s)	2 (4) / hh,mm(ss)

Tab. 3-1: Zahlenformate der Längen- und Breitenwerte im Text und in den Tabellen.

3.1.4 Die Referenzmeridiane der Untersuchung

Die gemessenen oder den Tabellen entnommenen Längenwerte beziehen sich auf verschiedene Ausgangsmeridiane und sind nicht direkt vergleichbar. Zur Untersuchung der Längenfehler alter Karten ist es daher notwendig einen Referenzmeridian zu wählen, auf den dann alle Längen bezogen werden. Dazu bieten sich vor allem die auf den Karten ersichtlichen bzw. in den Tabellen angegebenen Ausgangsmeridiane der atlantischen Inseln an. Ein weiterer Meridian, der sich dazu gut eignet, ist jener von *Lissabon* (*Ulyssippo Portugalliae, Lysibona*). Im Gegensatz zu jenem von *Gibraltar* (*Calpe*), ist er praktisch in allen alten Tabellen und Karten

enthalten. In den Tabellen ist er der westlichste Punkt des europäischen Festlands. Von dort aus wurden, zumindest in früheren Zeiten, wahrscheinlich die atlantischen Längen betrachtet, wie auch aus einem Brief *Gerhard Mercators* (1512-1594) an *Kaiser Karl V.* (1500-1558) aus dem Jahre 1554 hervorgeht. Von Mitteleuropa her gesehen, das im folgenden vorwiegend untersucht werden soll, haben diese westlichen Meridiane den Nachteil, daß sie oft untypisch große individuelle Fehler aufweisen und dadurch die Vergleichbarkeit der Verhältnisse für Mitteleuropa erschweren. In Mitteleuropa bietet sich *Paris* als Ausgangsmeridian für diese Untersuchung an. Dieser Meridian war seit 1669 durch das königliche Observatorium genau bestimmt, und eine ganze Reihe von Inselmeridianen sind nur verdeckte Meridiane von *Paris*.

Trotz des oben angeführten Nachteils wurde nach mehreren Versuchen für die Berechnung der Längenfehler und ihres Verlaufs über Europa *Lissabon* als Referenzmeridian für die Untersuchung gewählt. Der Grund hierfür war, daß dieser Meridian zwischen den außerordentlich stark schwankenden atlantischen Längenannahmen und dem wesentlich stabileren Fehlerverlauf auf dem europäischen Festland eine natürliche Trennungslinie darstellt.

Auch für die am Festland liegenden Ausgangsmeridiane wurde der Meridian von *Lissabon* als Referenzmeridian der Untersuchung beibehalten, um möglichst einheitliche und vergleichbare Ergebnisse zu erhalten. Eine Ausnahme bilden nur die Ausgangsmeridiane von geographischen Tabellen, in denen *Lissabon* nicht angeführt ist.

Bereits im 15. und 16. Jahrhundert wurden für die geographischen Tabellen in den astronomischen Ephemeriden Ausgangsmeridiane auf dem Festland verwendet. Meist handelte es sich dabei um den Meridian des Wohnorts des betreffenden Astronomen. Die Tabellen von *J. Regiomontan*, 1496 und 1498, beziehen sich auf *Nürnberg* und *Toledo*, jene von *J. Stöffler*, 1518, auf *Tübingen*. Später wählte *J. Kepler*, 1627, mit *Uranienburg* die Sternwarte *Tycho Brahes* auf der *Sundinsel Hven* zum Ausgangsmeridian der ‹Rudolphinischen Tafeln›. Mit dem Bau des Observatoriums in *Paris*, 1669, begann dieser Meridian eine stetig wachsende Bedeutung zu gewinnen. Zahlreiche Tabellen des 17. und 18. Jahrhunderts, insbesondere die wichtigen, von der Académie Royale des Sciences herausgegebenen Tafeln der ‹Connoissance des Temps›, gehen von dem Meridian der Pariser Sternwarte aus. Auch mehrere Inselmeridiane, wie z. B. *Cassinis* Ferromeridian, 22½° westlich von *Paris* und insbesondere der wichtigste Ferromeridian nach *Delisle* (1675-1726) mit 20° westlich von *Paris*, sind durch dieses Observatorium festgelegt.

3.2 Methoden der Datenauswertung

3.2.1 Berechnung der Längen und Breitenfehler

Bezugssysteme der Längen- und Breitenwerte

Da sich auf der Erde kein natürlicher Ausgangspunkt für ein Referenzsystem der Längenwerte findet, sind alle Ausgangsmeridiane der Längenzählung gleichwertig und nur durch Vereinbarung festzulegen. Dasselbe gilt für die Art der Längenzählung ab dem Ausgangsmeridian, dessen Länge definitionsgemäß 0° beträgt. Es ist üblich, die Längenwerte der verschiedenen Ortsmeridiane vom Ausgangsmeridian nach Osten von 0° - 180° positiv und nach Westen hin negativ zu zählen.

In dieser Arbeit werden verschiedene Referenzsysteme verwendet. Die heutigen SOLL-Längen beziehen sich auf den Meridian der Sternwarte *Greenwich*. Um Fehler in den Längenangaben berechnen zu können, ist ein einheitliches Referenzsystem erforderlich. Aus den in Abschnitt 3.1.4 angeführten Gründen werden für die Berechnung der Längenfehler alle Längenwerte auf den Referenzmeridian von *Lissabon* bezogen. *Lissabon* liegt 9°08' bzw. 9,1333 GRAD westlich von *Greenwich* und besitzt daher in diesem Bezugssystem ein negatives Vorzeichen. Die alten, den verschiedenen Karten und Tabellen entnommenen IST-Längenwerte wurden ab dem vom jeweiligen Kartographen gewählten Ausgangsmeridian an gezählt. Auch wenn es früher teilweise

üblich war, die Längen ab dem Ausgangsmeridian nach Osten zu von 0° bis 360° zu zählen, werden in dieser Arbeit, wie oben beschrieben, die Längen ab dem Meridian von *Lissabon* nach Ost und West positiv bzw. negativ gezählt.

Da die Breitenzählung mit dem Äquator und den beiden Polen ein natürliches Bezugssystem besitzt, ist zur Bestimmung der Breitenfehler kein eigenes Referenzsystem erforderlich. Die Breiten werden vom Äquator zum Nordpol mit 0° bis 90° positiv und gegen den Südpol negativ gezählt.

Definition und Berechnung der Längen- und Breitenfehler

Verwendete Bezeichnungen und Formelzeichen

Die Berechnungen erfolgen im Zahlenformat ggg.gggg, s. Tab. 3-1. Die Bezeichnung der Längenwerte erfolgt nach dem Schema:

$\lambda_{AUSGANGSMERIDIAN\,/\,SOLL-\ oder\ IST-WERT\ -Ortsbezeichnung}$

Heutige SOLL-Werte

$\lambda_{GR\,/\,SOLL-Ort}$	SOLL - Längenwert eines Ortes ab dem Ausgangsmeridian *Greenwich*
$\lambda_{GR\,/\,SOLL-Lissabon}$	SOLL - Längenwert des Referenzmeridians *Lissabon* ab dem Ausgangsmeridian *Greenwich*, -9,1333 GRAD
$\lambda_{LIS\,/\,SOLL-Ort}$	SOLL - Längenwert eines Ortes ab dem Referenzmeridian *Lissabon*
$\varphi_{SOLL-Ort}$	SOLL - Breitenwert eines Ortes

IST-Werte der alten Karten und Tabellen

$\lambda_{0MER\,/\,IST-Ort}$	IST - Längenwert eines Ortes ab dem Ausgangsmeridian der alten Karte
$\lambda_{0MER\,/\,IST-Lissabon}$	IST - Längenwert des Referenzmeridians *Lissabon* ab dem ab dem Ausgangsmeridian der alten Karte
$\lambda_{LIS\,/\,IST-Ort}$	IST - Längenwert eines Ortes ab dem Referenzmeridian *Lissabon*
$\varphi_{IST-Ort}$	IST - Breitenwert eines Ortes

Fehler

$\Delta\lambda$	Längenfehler
$\Delta\lambda_E$	Längenfehler östlich des Referenzmeridians
$\Delta\lambda_W$	Längenfehler westlich des Referenzmeridians
$\Delta\varphi$	Breitenfehler
$\Delta\varphi_N$	Breitenfehler auf der nördlichen Halbkugel
$\Delta\varphi_S$	Breitenfehler auf der südlichen Halbkugel
$\Delta\varphi_{Ø}$ oder $\Delta\varphi_{MW}$	Mittelwert der Breitenfehler

Formelzeichen

Σ	Summenzeichen für Summierung von i = 1 bis n Werten
$\lvert .. \rvert$	Absolutwert

Fehler Δ

Der positive Fehler wird definiert als ein Fehler, bei dem der IST-Wert größer ist als der SOLL-Wert. Ist der alte Längenabstand geringer, so wird der Längenfehler negativ. Diese Definition führt zu einer unterschiedlichen Berechnung der Längenfehler östlich und westlich des Referenzmeridians sowie der Breitenfehler auf der nördlichen und südlichen Halbkugel. Dies ist deshalb erforderlich, da die Längenwerte ab dem Bezugsmeridian nicht von 0 bis 360° gezählt werden sondern an diesem Meridian das Vorzeichen ändern.

Längenfehler Δλ

Der Längenfehler wird als Differenz zwischen den λ_{IST} - und λ_{SOLL} -Längenwerten ab dem Bezugsmeridian der Längenzählung definiert. Er ist also - bei identischem Bezugssystem - die Differenz zwischen dem aus alten Karten oder Tabellen entnommenen IST- und dem heutigen SOLL-Längenwert.

$$\Delta\lambda = \lambda_{IST} - \lambda_{SOLL} \tag{3-1}$$

Alle Längenwerte werden, wenn möglich, auf den Referenzmeridian von Lissabon (9°08' westlich von *Greenwich* bzw. -9,1333 GRAD) bezogen. Der Bezugsmeridian weist definitionsgemäß einen Längenfehler von 0°00' auf. Die Längenfehler ab dem Referenzmeridian werden wie folgt definiert:

$$\lambda_{SOLL} \geq 0° \qquad \Delta\lambda_E = \lambda_{IST} - \lambda_{SOLL} \tag{3-2a}$$

$$\lambda_{SOLL} < 0° \qquad \Delta\lambda_W = \lambda_{SOLL} - \lambda_{IST} = |\lambda_{IST}| - |\lambda_{SOLL}| \tag{3-2b}$$

Umrechnung der Längenwerte auf den Referenzmeridian der Untersuchung

Wenn möglich, wurde der Meridian von *Lissabon* als Referenzlinie verwendet (Abkürzung LIS). Die heutigen λ_{SOLL} -Längenwerte ergeben sich in diesem Bezugssystem der Längenzählung zu:

$$\lambda_{LIS/SOLL-Ort} = \lambda_{GR/SOLL-Ort} + 9{,}1333 \quad \text{(GRAD)} \tag{3-3}$$

Die Umrechnung der alten λ_{IST} -Werte auf den Meridian von *Lissabon*:

$$\lambda_{LIS/IST-Ort} = \lambda_{0MER/IST-Ort} - \lambda_{0MER/IST-Lissabon} \tag{3-4}$$

Die Übergänge zwischen verschiedenen Referenzsystemen der Längengradierung zeigt Abbildung 3-1 am Beispiel der Weltkarte *Gerhard Mercators* von 1569. Die SOLL-Werte ab *Greenwich* und die IST-Werte ab *Boa Vista* werden auf den Referenzmeridian von *Lissabon* umgerechnet. Der sich für *Venedig* ergebende Längenfehler wird als Beispiel gezeigt.

Breitenfehler Δφ

Um die Entwicklung der Kenntnisse über die geographischen Breiten zu verfolgen, wurden bei verschiedenen Karten und Tabellen die Breitenwerte zusätzlich bestimmt. Die Breitenfehler sind die Differenz zwischen den φ_{IST} - und φ_{SOLL} -Breitenwerten ab dem Äquator. Die Breitenfehler werden wie folgt definiert:

$$\varphi_{SOLL} \geq 0° \qquad \Delta\varphi_N = \varphi_{IST} - \varphi_{SOLL} \tag{3-5a}$$

$$\varphi_{SOLL} < 0° \qquad \Delta\varphi_S = \varphi_{SOLL} - \varphi_{IST} = |\varphi_{IST}| - |\varphi_{SOLL}| \tag{3-5b}$$

Der Mittelwert der Breitenfehler ergibt sich zu:

$$\Delta\varphi_{\varnothing} = \frac{1}{n}\sum \Delta\varphi_i \tag{3-6}$$

Die Standardabweichung der Breitenfehler wird nach Gleichung (3-16) berechnet.

3.2.2 Bestimmung der Regressionskoeffizienten der Ausgleichspolynome

Da die den alten Karten und Tabellen entnommenen Längenwerte des Festlands alle einen mehr oder minder ausgeprägten und kontinuierlichen Fehler- und Längenverlauf aufweisen, wurde deren Trend mittels Ausgleichspolynomen 1. bis 4. Grades berechnet. Als Referenzmeridian für die Berechnung der Längenfehler wurde der Meridian von *Lissabon* gewählt (s. Abschnitt 3.1.4). Die Form der Ausgleichspolynome der Längenfehler wird durch eine Verschiebung des Referenzmeridians nicht verändert. Es ändert sich nur der Achsabschnitt auf der Ordinate.

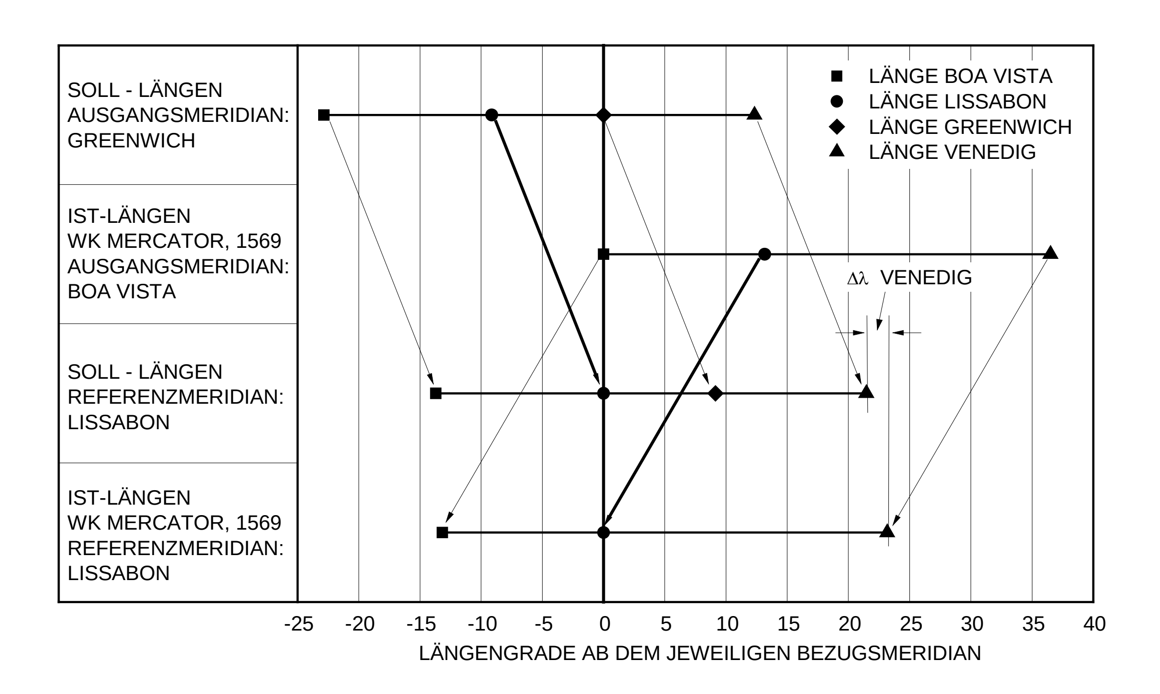


Abb. 3-1: Übergang von den Ausgangsmeridianen *Greenwich* und *Boa Vista* auf das Referenzsystem des Meridians von *Lissabon* für die Weltkarte *G. Mercators* von 1569 und Bestimmung des Längenfehlers von *Venedig*.

Zur Bestimmung der Ausgangsmeridiane alter Regionalkarten ist ein Vergleich der Längenwerte dieser Karten mit Längenreihen, die einen gesicherten Ausgangsmeridian enthalten, erforderlich. Es wurden daher auch die Ausgleichspolynome für die aus den verschiedenen Quellen entnommenen Längenwerte mit bekanntem Ausgangsmeridian im Bereich zwischen *Lissabon* und *Damaskus* berechnet. Da sich, wird nur Mitteleuropa betrachtet, die Ausgleichspolynome leicht unterscheiden, wurden diese auch für den Längenbereich zwischen *London* und *Iraklion* (*Candia*) auf *Kreta* noch einmal gesondert berechnet.

Verwendete Formelzeichen

Variable

X	unabhängige Variable
Y	abhängige Variable
x_i	Wert der unabhängigen Variablen
y_i	Meßwert der abhängigen Variablen
$y_{Ø}$	Mittelwert der Meßwerte y_i

Berechnung des Polynoms

n	Anzahl der Meßwerttupel
p	Grad des Ausgleichspolynoms (p = 1 .. 4)
y_e	Funktionswerte des Ausgleichspolynoms an den Stellen x_i
a_p	Koeffizienten des Ausgleichspolynoms (p = 0 .. 4)
e_i	Differenz zwischen den Meßwerten y_i der abhängigen Variablen und den Funktionswerten y_e an der Stelle x_i

Abgeleitete Meßgrößen

s_{yx}^2	Varianz der Werte y_i bezogen auf das Ausgleichspolynom
s_{yx}	Standardabweichung der Werte y_i bezogen auf das Ausgleichspolynom
r^2	Bestimmtheitsmaß

Formelzeichen

Σ	Summenzeichen für Summierung von i = 1 bis n Werten
∂	partielles Differential
$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \end{vmatrix}$	Matrix **A**
$\begin{vmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \end{vmatrix}$	transponierter Vektor $\mathbf{a}^\mathbf{T}$

Die Beziehung einiger dieser Größen untereinander ist in Abbildung 3-2 dargestellt.

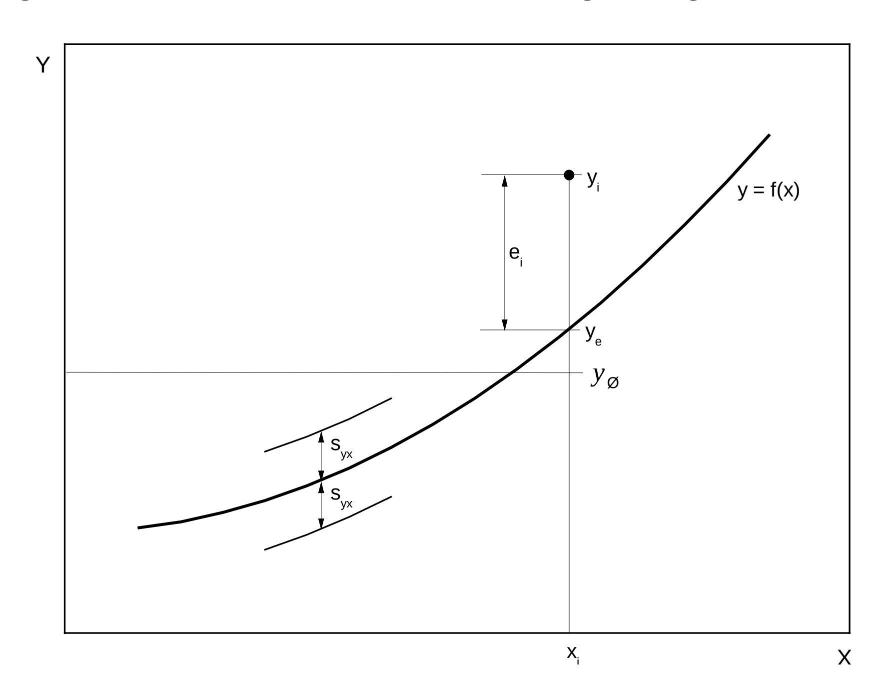


Abb. 3-2: Schematische Darstellung der Verhältnisse bei Ausgleichspolynomen

Die Berechnung der Koeffizienten eines Ausgleichspolynoms erfolgt beispielhaft für eine Parabel 4. Grades. Die Koeffizienten von Ausgleichspolynomen niedrigerer Potenzen können durch die partielle Berechnung der Matrizen ermittelt werden. Der Mittelwert der Meßwerte der abhängigen Variablen y_i ist:

$$y_{Ø} = \frac{1}{n} \sum y_i \qquad (3\text{-}7)$$

Das Ausgleichspolynom

$$y_e = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + a_3 x^3 + a_4 x^4 \tag{3-8}$$

ist durch die Gauß'schen Forderungen festgelegt, daß die Summe der Abweichungsquadrate $\sum e_i^2$ zwischen den Funktionswerten y_e und den Meßwerten der abhängigen Variablen y_i für die Funktion ein Minimum wird. Weiters wird die Summe der Abweichungen $\sum e_i$ gleich Null gesetzt.
Aus diesen Forderungen ergibt sich:

$$\sum e_i^2 = \sum (y_e - y_i)^2 \rightarrow Minimum \quad \text{und} \quad \sum e_i = 0 \tag{3-9}$$

$\sum e_i^2$ hat für diejenigen Werte von a_p ein Minimum für die

$$\frac{\partial \sum e_i^2}{\partial a_0} = 0, \quad \frac{\partial \sum e_i^2}{\partial a_1} = 0, \quad \frac{\partial \sum e_i^2}{\partial a_2} = 0, \quad \frac{\partial \sum e_i^2}{\partial a_3} = 0, \quad \frac{\partial \sum e_i^2}{\partial a_4} = 0 \tag{3-9a}$$

wird

$$\begin{aligned}
\frac{\partial \sum e_i^2}{\partial a_0} &= -2\sum x_i^0 \left(y_i - a_0 - a_1 x_i - a_2 x_i^2 - a_3 x_i^3 - a_4 x_i^4\right) = 0 \\
\frac{\partial \sum e_i^2}{a_1} &= -2\sum x_i^1 \left(y_i - a_0 - a_1 x_i - a_2 x_i^2 - a_3 x_i^3 - a_4 x_i^4\right) = 0 \\
\frac{\partial \sum e_i^2}{\partial a_2} &= -2\sum x_i^2 \left(y_i - a_0 - a_1 x_i - a_2 x_i^2 - a_3 x_i^3 - a_4 x_i^4\right) = 0 \\
\frac{\partial \sum e_i^2}{\partial a_3} &= -2\sum x_i^3 \left(y_i - a_0 - a_1 x_i - a_2 x_i^2 - a_3 x_i^3 - a_4 x_i^4\right) = 0 \\
\frac{\partial \sum e_i^2}{\partial a_4} &= -2\sum x_i^4 \left(y_i - a_0 - a_1 x_i - a_2 x_i^2 - a_3 x_i^3 - a_4 x_i^4\right) = 0
\end{aligned} \tag{3-10}$$

daraus folgen die Normalgleichungen:

$$\begin{aligned}
&a_0 n + a_1 \sum x_i + a_2 \sum x_i^2 + a_3 \sum x_i^3 + a_4 \sum x_i^4 = \sum y_i \\
&a_0 \sum x_i + a_1 \sum x_i^2 + a_2 \sum x_i^3 + a_3 \sum_1 x_i^4 + a_4 \sum x_i^5 = \sum x_i y_i \\
&a_0 \sum x_i^2 + a_1 \sum x_i^3 + a_2 \sum x_i^4 + a_3 \sum x_i^5 + a_4 \sum x_i^6 = \sum x_i^2 y_i \\
&a_0 \sum x_i^3 + a_1 \sum x_i^4 + a_2 \sum x_i^5 + a_3 \sum x_i^6 + a_4 \sum x_i^7 = \sum x_i^3 y_i \\
&a_0 \sum x_i^4 + a_1 \sum x_i^5 + a_2 \sum x_i^6 + a_3 \sum x_i^7 + a_4 \sum x_i^8 = \sum x_i^4 y_i
\end{aligned} \tag{3-11}$$

und in Matrizenform geschrieben

$$(\mathbf{X^T X})\mathbf{a} = \mathbf{X^T y} \tag{3-12}$$

ergeben sie mit

$$\mathbf{X} = \begin{vmatrix} 1 & x_1 & x_1^2 & x_1^3 & x_1^4 \\ 1 & x_2 & x_2^2 & x_2^3 & x_2^4 \\ 1 & x_3 & x_3^2 & x_3^3 & x_3^4 \\ . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . \\ 1 & x_n & x_n^2 & x_n^3 & x_n^4 \end{vmatrix} \qquad \mathbf{y} = \begin{vmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ . \\ . \\ . \\ y_n \end{vmatrix} \qquad \mathbf{a} = \begin{vmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_4 \end{vmatrix} \tag{3-13a-c}$$

und

$$\mathbf{X^T X} = \begin{vmatrix} n & \sum x_i & \sum x_i^2 & \sum x_i^3 & \sum x_i^4 \\ \sum x_i & \sum x_i^2 & \sum x_i^3 & \sum x_i^4 & \sum x_i^5 \\ \sum x_i^2 & \sum x_i^3 & \sum x_i^4 & \sum x_i^5 & \sum x_i^6 \\ \sum x_i^3 & \sum x_i^4 & \sum x_i^5 & \sum x_i^6 & \sum x_i^7 \\ \sum x_i^4 & \sum x_i^5 & \sum x_i^6 & \sum x_i^7 & \sum x_i^8 \end{vmatrix} \tag{3-13d}$$

nach Umformung den gesuchten Lösungsvektor **a** der Koeffizienten des Polynoms:

$$\mathbf{a} = (\mathbf{X^T X})^{-1}\, \mathbf{X^T y} \tag{3-14}$$

3.2.3 Güte der Anpassung

Empirische Restvarianz und Standardabweichung

Zur Beurteilung der Reststreuung der Einzelwerte um das Ausgleichspolynom wurde die empirische Restvarianz s_{yx}^2 berechnet.

$$s_{yx}^2 = \frac{1}{n-(1+p)} \sum (y_i - y_e)^2 = \frac{1}{n-(1+p)} \sum e_i^2 \tag{3-15}$$

Die Quadratwurzel der empirischen Restvarianz ist die Standardabweichung und stellt wie diese, ein Maß für die Streuung der Einzelwerte y_i um die Ausgleichskurve dar, jedoch in der gleichen Dimension wie die Meßwerte. Diese Maßzahl wurde früher auch als der mittlere Fehler bezeichnet.

$$s_{yx} = \left(\frac{1}{n-(1+p)} \sum e_i^2 \right)^{\frac{1}{2}} \tag{3-16}$$

Empirisches Bestimmtheitsmaß

Das Bestimmtheitsmaß dient als Maß für die Güte der Anpassung des Ausgleichspolynoms an die Meßwerte.

Aus Abbildung 3-2 ist zu sehen, daß sich der Gesamtfehler aus zwei Komponenten zusammensetzt:

$$\sum (y_i - y_{Ø}) = \sum (y_i - y_e) + \sum (y_e - y_{Ø}) \tag{3-17}$$

Bei dem ersten Teilbetrag handelt es sich um jenen Fehleranteil, der durch die Ausgleichskurve nicht erklärt werden kann. Es sind die individuellen Abweichungen der Punkte (x_i, y_i), bezogen auf das Ausgleichspolynom, die auch als 'nicht erklärte Fehler' bezeichnet werden. Der zweite Teilbetrag zeigt die Verbesserung, die durch das Ausgleichspolynom gegenüber dem arithmetischen Fehlermittelwert erreicht wird. Dieser Fehler wird daher auch als 'erklärter Fehler' bezeichnet. Wird Gleichung (3-17) quadriert, so ergibt sich - da wegen der Gauß'schen Ausgleichsforderungen nach Gleichung (3-9) das gemischte Glied entfällt - die grundlegende Beziehung:

$$\sum (y_i - y_{Ø})^2 = \sum (y_i - y_e)^2 + \sum (y_e - y_{Ø})^2 \tag{3-18}$$

Das empirische Bestimmtheitsmaß r^2 ist definiert als:

$$r^2 = \frac{\sum (y_e - y_{Ø})^2}{\sum (y_i - y_{Ø})^2} \tag{3-19}$$

d.h. als das Verhältnis von erklärter Quadratsumme zu Gesamtquadratsumme der Fehler.

Es gilt:

$$0 \le r^2 \le 1 \tag{3-20}$$

Wird die 'erklärte Quadratsumme' gleich der 'Gesamtquadratsumme', ergibt sich der Quotient 1, was bedeutet, daß alle Punkte (x_i, y_i) auf dem Ausgleichspolynom liegen. Der minimale Wert für r^2 stellt sich ein, wenn y_e mit $y_{Ø}$ zusammenfällt und durch das Ausgleichspolynom keine Verbesserung erreicht wird. Das Bestimmtheitsmaß nimmt in diesem Fall den Wert Null an.

3.3 Vorgehen zur Bestimmung der Ausgangsmeridiane

Die Voraussetzung für eine Bestimmung der Ausgangsmeridiane der Längenzählung von Karten, die den Ausgangsmeridian nicht enthalten, ist die Kenntnis der Summe der Längenfehler, die dem Kartenentwurf zugrunde liegen. Die schwerwiegendsten Fehlerursachen der Längenangaben in den alten Karten sind die Unsicherheiten bezüglich der atlantischen Abstände der Ausgangsmeridiane vom Festland und der sich nur langsam verringernde ptolemäische Fehler der Überschätzung der Längsachse des Mittelmeers um 50 %. Zu diesen teilweise systematischen Fehlern kommt dann noch die eigentliche Streuung der Längenwerte infolge

der weitgehend fehlenden wissenschaftlichen Positionsbestimmungen hinzu. Während aber die Länge der Mittelmeerachse langsam und eher stufenweise zurückgenommen wurde, lassen die Ansichten über die atlantischen Längenverhältnisse kein System erkennen. Um ein möglichst vollständiges Bild über die Vorstellungen der früheren Kartographen - soweit sie die Karten Mitteleuropas betreffen - zu erhalten, wurden daher die Längenverhältnisse West- und Mitteleuropas, Nordafrikas und Kleinasiens vom westlichen Atlantik bis zum östlichen Ende des Mittelmeeres untersucht und ausgewertet.

3.3.1 Die Bestimmung der Ausgangsmeridiane in Landkarten

Zur Identifizierung des Ausgangsmeridians des Gradnetzes von Regionalkarten ist es erforderlich, die zu deren Längenwerten passende, möglichst lückenlose Längenreihe zwischen dem Ausgangsmeridian und dem Längenbereich dieser Karte zu finden. Die Längenwerte für die Erstellung der geschlossenen Datenreihen wurden den Erdteilkarten Europas und Afrikas sowie auch verschiedenen Weltkarten und gegebenenfalls auch Karten Amerikas entnommen. Im Osten kamen noch Ortspositionen aus den Karten Nord-Ägyptens und des Heiligen Landes hinzu.

Als Basis der Untersuchung diente eine standardisierte Ortsliste mit 100 Orten und Inseln in die - soweit vorhanden - die IST-Längenwerte der alten Karten und Tabellen eingetragen wurden. Bei älteren Tabellen, wie z. B. bei *Claudius Ptolemäus* (um 100-180 n. Chr.) oder den ‹Alfonsinischen Tafeln› aus dem 13. Jahrhundert, herausgegeben 1483 von *Erhard Radolt*, war es nicht möglich, sich an die standardisierte Ortsliste zu halten.

Diese Längenwerte wurden für die verschiedenen Quellen zu Längenreihen zwischen dem Atlantik und dem Ost-Ende des Mittelmeers zusammengefaßt. Die Ermittlung der Längenreihen bietet bei diesen kleinmaßstäblichen Karten nur ausnahmsweise Schwierigkeiten. So kann es beispielsweise vorkommen, daß eindeutig zusammengehörige Sätze von Erdteilkarten bei einzelnen Anschlußpunkten Differenzen zeigen. Solche Fehler lassen sich nur mit Irrtümern bei der Kartenzeichnung oder der Gravur erklären. Manchmal läßt sich der Ausgangsmeridian auch nicht eindeutig einer Insel zuordnen. Das kann durch einen ungünstigen Blattschnitt verursacht sein oder auch dadurch, daß zwei Inseln auf einem Ausgangsmeridian liegen.

Durch Vergleiche mit den heutigen Längenwerten der verschiedenen Orte und Inseln wurden alle Längenfehler - bezogen auf den Meridian von *Lissabon* - berechnet (s. Gleichung 3-2). Bei der Verwendung dieser Längen- und Fehlerreihen zur Identifizierung von Ausgangsmeridianen von Regionalkarten ist jedoch zu beachten, daß es - bei unterschiedlichem Verlauf der Längenfehler - auch bei identischen Längenwerten von Ortspositionen möglich ist, daß verschiedene Ausgangsmeridiane verwendet wurden.

Auf den Regionalkarten des afrikanischen Festlands ist der Ausgangsmeridian der *Kanarischen Inseln* nur in Ausnahmefällen dargestellt. Bei der Suche nach den Ausgangsmeridianen im Atlantik ergibt sich die Schwierigkeit, daß die Regionalkarten eines Atlas, abgesehen von jenen *Gerhard Mercators*, zumindest bis ins 18. Jahrhundert hinein kaum mehr geschlossene Systeme der Längenwerte aufweisen. In die Atlanten wurden meist Karten unterschiedlichen Ursprungs eingebunden, die aus diesem Grund auch auf verschiedene Ausgangsmeridiane hin ausgerichtet waren. Die Ausgangsmeridiane solcher Karten können nur durch Vergleiche mit vollständigen Datensätzen ermittelt werden, da nur sehr spät und dann auch nur selten, auf diesen Karten Hinweise auf die Ausgangsmeridiane zu finden sind. Die Aufstellung vollständiger Längenreihen aus Regionalkarten ist auch deshalb kaum möglich, da diese Karten oft nur einen begrenzten Teil des Untersuchungsgebiets abdecken. Die atlantischen Bereiche und damit der Ausgangsmeridian sind in diesen großmaßstäblichen Karten nur selten dargestellt. So reichen z. B. die Regionalkarten im Mercator-Atlas von 1595 nur von *Brest* bis *Istanbul*, die Karten der iberischen Halbinsel und jene der östlichen Gebiete fehlten aber noch.

Bei der Untersuchung der Ausgangsmeridiane der Längenzählung von alten Regionalkarten geht man in der Regel von der Länge eines oder mehrerer bedeutender Orte dieser Karte aus. Den Längenverlaufsdiagrammen - sie sind in Abschnitt 3.7.2.2 erläutert - können die für verschiedene Ausgangsmeridiane und Kartographen

zu erwartenden alten Längenwerte dieser Orte Mitteleuropas entnommen und mit dem Längenwert der untersuchten Karte verglichen werden. Es ist wegen der individuellen Streuung der Längenfehler um die Ausgleichspolynome jedoch nicht zu erwarten, daß der alte Längenwert der untersuchten Regionalkarte genau auf der in dieser Untersuchung ermittelten Längenverlaufkurve liegt. Um die Größenordnung der zu erwartenden lokalen Fehler abschätzen zu können, wurden daher für Mitteleuropa im Bereich zwischen *London* und *Iraklion* (*Candia*) die Ausgleichspolynome der Längenverläufe mit der Standardabweichung ihrer Residuen getrennt berechnet. Diese Standardabweichung der Reststreuung ist ein Maß für die lokalen Fehler der Karten und wurde nach der Gleichung (3-16) berechnet. Eine Zusammenstellung dieser Standardabweichungen befindet sich zusammen mit den Koeffizienten dieser Ausgleichspolynome in Tabelle 3-5 im Anhang.

3.3.2 Die Ausgangsmeridiane von Tabellen

Keine Schwierigkeiten bereitet die Feststellung der Ausgangsmeridiane von geographischen Tabellen. Diese waren ursprünglich ein Teil von Ephemeriden und dienten zur Umrechnung der auf die unterschiedlichen Ortsmeridiane bezogenen astronomischen Beobachtungen. Sie geben - von Ausnahmen abgesehen - wie die zeitgleichen Karten den geographischen Wissensstand ihrer Zeit wieder. Später wurden geographische Tabellen auch allein oder als Teil geographischer Werke veröffentlicht. Der Ausgangsmeridian wurde meist im Begleittext, mit erklärendem Kommentar festgehalten oder sogar auf dem Titelblatt erwähnt (s. Anhang, Reproduktionen 4-26 und 4-28). Ist dies nicht der Fall, so ist der Ausgangsmeridian leicht in der Tabelle durch den Längenwert 0°00' festzustellen. Im seltenen Fall, daß zwei Orte in einer Tabelle mit der Länge 0°00' auftreten, wurde der Meridian des Wohn- bzw. Arbeitsorts des Verfassers als Nullmeridian angenommen.

3.3.3 Die Ausgangsmeridiane von Globen

Bei den praktischen Untersuchungen hat sich gezeigt, daß die alten Globen aus mehreren Gründen für eine eingehende Untersuchung der Ortslängenwerte nur schlecht geeignet sind. Diese Globen sind sehr wertvoll und werden, da sie nicht berührt werden sollen, oft hinter Glas aufbewahrt. Dies macht eine Abnahme der Längenwerte mit Stechzirkel oder skalierten Folien unmöglich. Weiters weisen einige Globen, wie z. B. der Mercator-Globus von 1541 der Österreichischen Nationalbibliothek, so dicke Farbschichten auf, daß eine Messung nur sehr eingeschränkt möglich wäre. Auch die stark gekrümmte Oberfläche der kleineren Globen bereitet Schwierigkeiten beim Erfassen der Längenunterschiede. Zumindest bei den größeren Globen, die nicht hinter Glas verwahrt werden, ist aber die Feststellung des Ausgangsmeridians der Längenzählung ohne Schwierigkeiten möglich. Liegen aber die Globusstreifen als Faksimiledruck vor, so können diese mit gleicher Genauigkeit untersucht werden wie Karten des entsprechenden Maßstabs.

3.4 Bestimmung der Netzentwürfe der untersuchten Karten

Um die Genauigkeit der Ausgangswerte besser abschätzen zu können, wurden auch die Maßstäbe der untersuchten Karten ermittelt. Für Karten kleinerer Maßstäbe, bei denen die Erdkrümmung bereits eine Rolle spielt, ist die Kenntnis der Abbildungsmethode die Voraussetzung für eine Bestimmung des Maßstabs aus dem Kartennetz. Eine längentreue Abbildung der Kugeloberfläche in der Ebene ist nicht möglich. Der Kartenmaßstab ändert sich daher mehr oder minder stark in Abhängigkeit von der Abbildungsmethode über die Kartenfläche. Eine Ausnahme bilden längentreu abgebildete Meridiane oder Parallelkreise, deren Lage im Netz jedoch von der verwendeten Abbildungsmethode abhängt.

Für den Untersuchungszeitraum ist die Betrachtung der Erde als Kugel ohne weiteres zulässig, da man sich - wie in Abschnitt 1.1.2 beschrieben - erst in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts mit der ellipsoidischen Gestalt der Erde näher zu befassen begann. Außerdem ist die Abweichung des Ellipsoids von der Kugelgestalt so gering, daß sie für diese Untersuchung keine Rolle spielt (s. Abschnitt 1.3.3).

Ein Problem bei der Ermittlung der Abbildungsmethode der Karten ist oft der sehr ungenaue Stich des Gradnetzes oder wenn größere Karten zerschnitten in Atlanten eingebunden wurden. Manche Kartennetze zeigen bei der Ausmessung starke Unregelmäßigkeiten, die wahrscheinlich auf Probleme bei der Konstruktion des Netzes hinweisen. Eine andere Möglichkeit ist, daß Kartennetze über bereits bestehende aber nicht gradierte Karten gezeichnet wurden. Obwohl sich die charakteristischen Erscheinungsformen der meisten im Untersuchungszeitraum verwendeten Abbildungsarten auch bei schlechtem Stich recht gut voneinander unterscheiden lassen, ist die Abbildungsmethode nicht immer sicher bestimmbar.

Bei der Ermittlung der Abbildungsmethoden wurde vom Erscheinungsbild des Gradnetzes ausgegangen, vorausgesetzt, daß dieses auf den Karten durchgezogen erschien. Die Bestimmung erfolgte an Hand der Tafeln und Beschreibungen in verschiedenen Lehrbüchern und Monographien [GRETSCHEL 1873; BREUSING 1892; KEUNING 1955; HAKE 1982; FINSTERWALDER 1992 und BERGGREN et al. 2000]. Es erwies sich als hilfreich, für verschiedene Abbildungsmethoden Tabellen für den Kugelradius 1 zu berechnen. Damit konnten die für die jeweilige Methode zu erwartenden Abstände von Parallelen und Meridianen entlang der Hauptachsen des Kartenbildes, z. B. Äquator oder Zentralmeridian der Abbildung, berechnet werden. Es ist auch bemerkenswert, daß Abbildungsmethoden, wie z. B. der äquatorständige stereographische Netzentwurf, der in der Literatur als hauptsächlich für Planigloben verwendet beschrieben wird [GRETSCHEL 1873, S. 73], auch für Erdteilkarten Verwendung fanden. Dies trifft auch für die ovalen Abbildungen nach *Petrus Apianus* (1495-1552) zu.

Schwierig zu bestimmen sind die konischen Netzentwürfe, da sich wegen der Ungenauigkeit des Stichs - wenn keine zusätzlichen Angaben in den Karten enthalten sind - der Netzentwurf einer Kegel- kaum von einer Abbildung als Schnittkegel unterscheiden läßt. Damit ist es aber nicht möglich, die längentreuen Parallelkreise festzustellen. In diesen Fällen mußte der längentreue Parallel in der Kartenmitte angenommen werden.

Die Schwierigkeiten solcher Bestimmungen zeigen die unterschiedlichen Ansichten über die Abbildungsmethode der Europa-Karte *Gerhard Mercators* aus den Jahren 1554 bzw. 1572, obwohl deren Netz einer Untersuchung gut zugänglich ist. Die unterschiedlichen Ansichten über die Netzgeometrie dieser Karte werden in Abschnitt 4.4.1.2 ausführlich behandelt.

3.5 Methoden der Maßstabsbestimmung von Landkarten

Die Bestimmung der Kartenmaßstäbe kann nach verschiedenen Methoden erfolgen, die sich jedoch in ihren Ergebnissen unter Umständen stark voneinander unterscheiden. Dies hängt vor allem mit den unterschiedlichen Eigenschaften der Abbildungsmethoden zusammen. Bei Maßstabsbestimmungen durch Ausmessung des Gradnetzes oder der Maßstabsleisten ist wirkliche Sicherheit über die von den Kartographen beabsichtigten Maßstäbe, vor allem im 16. und der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts, nicht zu gewinnen. Sie hängen von dem dem Netzentwurf zugrunde gelegten Erdradius ab. Abbildung 1-1 zeigt die allgemeine Entwicklung der Ansichten über die Länge eines Meridiangrads es gibt aber keine Möglichkeit, diese den verschiedenen Kartographen zuzuordnen. In der Literatur konnten hierzu nur eine unbestimmten Angabe, daß *Rumold Mercator* seiner Weltkarte die Gradmessung *Jean Fernels* (1497-1558) zugrunde legte und ein Hinweis bei *Oscar Peschel* gefunden werden, nach dem *Apian* noch den alten ptolemäischen Wert von 32.000 km für den Erdumfang verwendete [PESCHEL 1865, S. 353]. Eine ausführliche Beschreibung der verschiedenen Möglichkeiten zur Bestimmung der Maßstäbe von Altkarten geben *D. Beineke* und *K. Brunner* am Beispiel einer alten Karte Schlesiens [BEINEKE und BRUNNER 1996]. Der Gesamtkomplex der Genauigkeitsanalysen von Altkarten wird in einer kürzlich erschienenen Untersuchung eingehend behandelt [BEINEKE 2001].

Da es sich bei der vorliegenden Untersuchung meist um die Auswertung von kleinmaßstäblichen Karten handelt, wurde vor allem versucht, das Gradnetz dieser Karten auszuwerten. Der graphische Maßstab wurde, sofern vorhanden, zur Kontrolle mitbestimmt und gelegentlich auch Distanzmessungen in den Karten zur Über

prüfung durchgeführt. Für verschiedene Abbildungsmethoden wie z. B. der Mercator-Projektion ist die Angabe eines mittleren Maßstabs nicht sinnvoll. Als Maßstab wird bei solchen Abbildungen das Verjüngungsverhältnis zwischen dem Erdradius und dem Radius der Projektionskugel unter der Bezeichnung Kugel- oder Äquatormaßstab angegeben [WAGNER 1914; ECKERT 1921, S. 310]. Bei anderen Abbildungsmethoden wurde die Art der Maßstabsbestimmung festgehalten. Ausnahmsweise wurden auch Literaturangaben verwendet; in solchen Fällen ist die entsprechende Quelle angeführt.

Bei alten Karten erschweren sowohl die ungenauen Ortspositionen als auch der Stich des Gradnetzes und die Papierschrumpfung die Bestimmung des Maßstabs. Verschiedene Bestimmungsmethoden führen daher auch zu unterschiedlichen Ergebnissen. Um diese Differenzen zwischen den verschiedenen Bestimmungsmethoden in ihren Größenordnungen abschätzen zu können, sind in Tabelle 3-1 im Anhang die Maßstäbe einer Reihe von Regionalkarten Kärntens zusammengestellt. Da diese Maßstabsbestimmungen in einem anderen Zusammenhang durchgeführt wurden, sind die Ergebnisse noch nicht vollständig. Sie geben aber einen guten Überblick über die schon bei Regionalkarten, bei denen der Netzentwurf noch keine Rolle spielt, auftretenden Unterschiede bei den verschiedenen Bestimmungsmethoden der Kartenmaßstäbe. Mit Ausnahme der Karte von *Willem Janszoon Blaeu* (1571-1638), Ccc von 1627, wurden die Ausgleichsrechnungen und Polygonausmessungen bei diesen Karten nur für das Gebiet Kärntens durchgeführt.

3.5.1 Berechnung des Maßstabs aus dem Gradnetz

Die Berechnung des Maßstabs aus dem Gradnetz einer Karte setzt die Kenntnis der vom Kartographen verwendeten Abbildungsmethode voraus, um die längentreu abgebildeten Meridiane oder Parallelkreise identifizieren zu können. Die Untersuchung des Gradnetzes wurde bereits in Abschnitt 3.4 behandelt. Eine Unsicherheit hinsichtlich des beabsichtigten Maßstabs, vor allem älterer Karten ergibt sich aus verschiedenen Gründen:

- Probleme bereiten oft Karten in konischer oder pseudokonischer Abbildung mit einem oder zwei längentreuen Parallelkreisen, wenn das Gradnetz nicht durchgezogen ist. Bei ihnen ist nämlich die Unterscheidung, ob die Verbindungslinien zwischen den Gradrahmen am Kartenrand geradlinig oder gekrümmt verlaufen, nicht möglich. Manchmal finden sich in solchen Karten feine Konstruktionslinien, die nicht gelöscht wurden, oder es ergeben sich Hinweise aus den Richtungen der Striche des Gradrahmens am Kartenrand.
- die manchmal unsichere Unterscheidung zwischen den verschiedenen Abbildungsmethoden verhindert eine sichere Bestimmung längentreu abgebildeter Parallele oder Meridiane
- die Praxis, Gradnetze mehr oder minder genau über bereits bestehende Regionalkarten zu zeichnen, führte zu starken Verzerrungen
- für Planigloben ist es nicht sinnvoll, einen Maßstab anzugeben, da sich auf Grund ihrer Netzkonstruktion der Maßstab über die Kartenfläche stark ändert. Bei unterschiedlichen Abbildungsmethoden und gleichem Durchmesser des Kartenbilds kann der Maßstab im Verhältnis 1 : 2 schwanken [WAGNER 1914]. Aus diesem Grund wird bei Planigloben statt eines Maßstabs der Durchmesser der Abbildung einer Hemisphäre angegeben.

Konnte der Maßstab einer alten Karte aus dem Gradnetz nicht eindeutig bestimmt werden, so wurde der Maßstab in der Mitte des Kartenbilds als Zentrumsmaßstab angegeben. Für die Maßstabsberechnungen wurden in dieser Arbeit, mangels besserer Alternativen, der Meridiangrad mit 111,2 km angenommen.

3.5.2 Ausmessung der Maßstabsleisten (graphische Maßstäbe)

Die heute gebräuchliche Form der Maßstabsangabe in Zahlen findet sich als Bruch (M = 1 / m) erst seit dem frühen 19. Jahrhundert. Früher wurden diese notwendigen Informationen für den Gebrauch der Karten als Maßstabsleisten in das Kartenbild integriert. Auf den älteren Karten ist es meist eine Leiste mit Bezifferung und der Bezeichnung der verwendeten Meilen. Später wurden, wie in Abbildung 3-3 dargestellt, oft eine ganze Reihe von Maßstabsleisten für verschiedene Meilenlängen untereinander angeordnet. Das Problem der

Maßstabsbestimmung von Karten durch Ausmessen der Maßstabsleisten liegt darin, daß die Meilenlänge der Kartographen als Bruchteil der Gradlänge festgelegt war. Das belegen Vermerke, wie 'Milliaria Germanica communia, 15 in uno gradu' (gemeine deutsche Meilen, 15 auf einen Grad). Eine Zusammenstellung der verschiedenen Anzahl von Meilen, die auf einen Grad gerechneten wurden, zeigt Abbildung 3-4 in dem nicht paginierten Textteil des Atlas von *Jean Blaeu* (1598-1673) /BLAEU 1663, Bd. 1/. Die Meilenlänge und damit der Kartenmaßstab waren damit - wie bereits erwähnt - von den Vorstellungen des betreffenden Kartographen über die Erdabmessungen abhängig. Es ist aber offensichtlich, daß die Dimensionen des Erdkörpers bis in die Mitte des 17. Jahrhunderts allgemein stark unterschätzt wurden.

Wie unübersichtlich diese Verhältnisse sind, zeigt die umfangreiche Literatur zu diesem Thema [MAYER 1876; WAGNER 1913; KEUNING 1938; HARTNACK - GREIFSWALD 1939/40; PRELL 1960; MINOW 1991]. Das Kernproblem bleibt aber die Unkenntnis über die von den verschiedenen Kartographen getroffenen Annahmen hinsichtlich der Länge eines Meridiangrads und wann die von *Richard Norwood* (1590-1675) und *Abbé Jean Picard* (1620 -1682) ermittelten Werte der Erdabmessungen (s. Abschnitt 1.1.1) in die kartographische Praxis eingingen.

3.5.3 Maßstabsbestimmung in Regionalkarten

Neben den vorstehend behandelten Maßstabsbestimmungen aus dem Gradnetz und durch Ausmessung der Maßstabsleiste können bei Regionalkarten, die begrenzte Gebiete darstellen, auch andere Methoden angewandt werden.

3.5.3.1 Distanzmessungen in den Karten

Diese Methode führt nur bei Karten größeren Maßstabs zu genauen Ergebnissen. Nach *Max Eckert* wird erst bei Maßstäben von 1 : 100.000 oder größer der verzerrende Einfluß des Netzentwurfs völlig vernachlässigbar. Bei Welt- oder Kontinentalkarten, die durch die große Ausdehnung der abgebildeten Gebiete starke Verzerrungen aufweisen, ergeben solche Messungen nur sehr grobe Anhaltswerte [ECKERT 1921, S. 300].

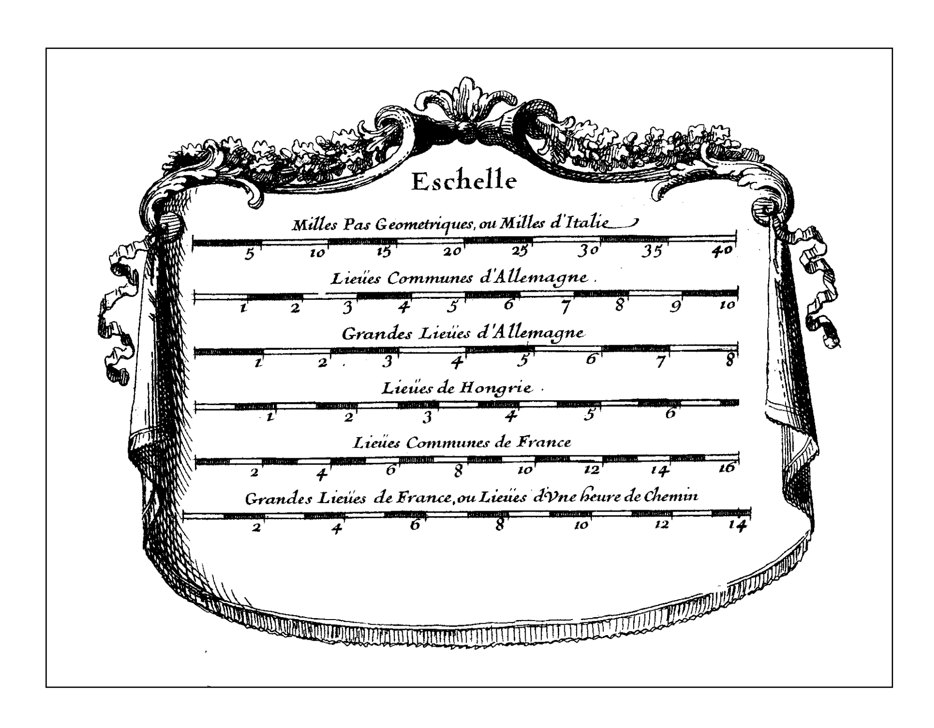


Abb. 3-3: Graphische Maßstäbe mit verschiedenen Meilen aus der Karte \Partie du Cercle d'Autriche ou sont les Duchés ... \ von *Sanson-Jaillot*, 169?

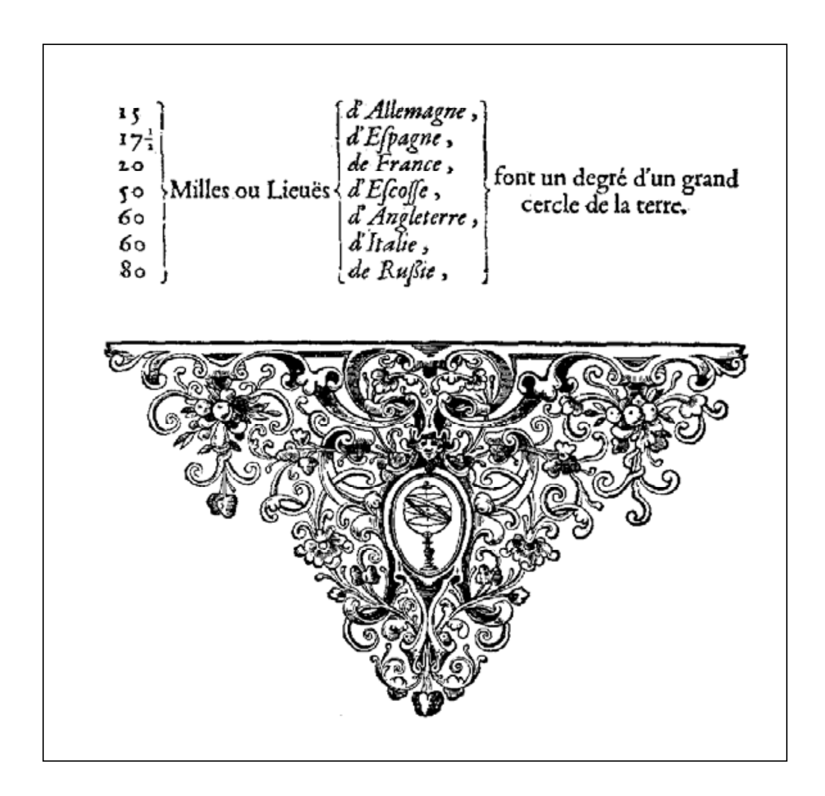


Abb. 3-4: Definition verschiedener Meilenlängen als Teil eines Meridiangrads im Grossen Atlas von *J. Blaeu*, 1663

Bei Regionalkarten, wo die Verzerrungen noch keine Rolle spielen, können solche Messungen mit guten Resultaten angewandt werden. Dabei sind als Minimum zwei weitgehend senkrecht aufeinander stehende Linien auszumessen, deren Endpunkte aber nicht direkt neben dem Kartenrand liegen sollten. Alte Karten zeigen manchmal die Tendenz, auch außerhalb des Kartenrahmens liegende Orte noch am Rand in die Karte aufzunehmen, was dann zu entsprechenden Verzerrungen führt. Sinnvoll ist die Anwendung der bereits von *Rudolf Wolf* beschriebenen Methode von Polygonvermessungen, da auf diese Weise sowohl radiale als auch tangentiale Strecken berücksichtigt werden [WOLF 1879, S. 6, Fußnoten 5-7].

3.5.3.2 Berechnung des Maßstabs mit Ähnlichkeitstransformationen

Die genaueste Methode, den Maßstab einer Karte festzustellen, ist die Ausmessung der Koordinaten einer genügend großen Anzahl kartenidenter Punkte der alten Karte und deren Überführung in ein modernes Kartennetz in Gauß-Krüger-Projektion. Die Überführung erfolgt mittels einer 3- oder 4-Parameter-Transformation nach *Friedrich Robert Helmert* (1843-1917) [HELMERT 1893, S. 47-50]. Einer der bei diesen Transformationen ermittelten Parameter ist die Maßstabszahl, die sich bei der Überführung des Punktefelds ergibt. Der auf diese Weise ermittelte Maßstab wird auch als 'mittlerer Maßstab' bezeichnet. In moderner Notation sind die entsprechenden Formeln der auch als Rigid-Euclidian-Transformation bezeichneten Berechnungsmethode z. B. bei *Walter Grossmann* und *Peter Albert* zu finden [GROSSMANN 1969, S. 311-317; ALBERT 1987]. Diese Methode ist wegen der Notwendigkeit, eine größere Anzahl von Punkten zu digitalisieren, zeitaufwendig und läßt sich nur für Karten mit beschränkter Ausdehnung durchführen.

3.6 Berechnung von Kennzahlen der Untersuchung

Da, wie bereits festgestellt, zur Identifizierung der Ausgangsmeridiane von Regionalkarten die Kenntnis der Längenfehler vom Ausgangsmeridian bis zu den Längenwerten dieser Karte erforderlich ist, wurden diese innerhalb eines weiten Bereichs untersucht. Um die zeitliche Veränderung der Kenntnisse über die Längenverhältnisse besser überblicken zu können, wurden für die ausgewerteten Karten und Tabellen, soweit die

Meßwerte dazu ausreichten, für vier Fehlerkriterien die Kennzahlen k_1 bis k_4 ermittelt. Dann wurden diese Einzelkennzahlen normiert und zu einer Gesamtkennzahl K zusammengefaßt. Die Berechnung dieser vier Kennzahlen k_1 bis k_4 sowie der Gesamtkennzahl K wird an Hand des Beispiels der Erdteilkarten im Atlas von *Frederick de Wit* (1630-1706), erschienen nach 1670, näher erläutert. Die Ausgangsdaten der Erdteilkarten von Europa und Afrika zeigt Tabelle 3-2 im Anhang. Die Auswertung dieser Kennziffern erfolgt in Abschnitt 5.2. Eine Zusammenstellung der 5 Kennwerte zeigt Tabelle 3-3 im Anhang.

3.6.1 Kennzahl 1: Die Längenfehler der Mittelmeerachse

Der Längenfehler der Mittelmeerachse ist die wichtigste dieser Kennzahlen, da er ein unmittelbarer Hinweis auf den Kenntnisstand bzw. die Quellen des betreffenden Kartographen gibt. Zur Bestimmung der Längsachse des Mittelmeers wird traditionell der Abstand der Meridiane von *Gibraltar* (*Calpe mons*), 5°21' westlich und *Iskenderun* (*Alexandretta*, *Alexandria ad Issum*) 36°08' östlich von *Greenwich* verwendet. Da *Gibraltar* auf Karten kleineren Maßstabs manchmal nicht eingezeichnet ist, wurde in diesen Fällen die Position an Hand des charakteristischen Küstenverlaufs festgelegt. War aber *Ceuta* (*Septa*), 5°19' westlich von *Greenwich* an der gegenüberliegenden Seite der Meerenge eingezeichnet, so wurde dieser Längenwert verwendet. Der Längenunterschied zu *Gibraltar* beträgt nur 2'. Da vor allem in den Tabellen der ‹Connoissance des Temps› *Gibraltar* erst sehr spät aufgenommen wurde, *Cadiz* aber schon früh enthalten war, wurde in diesem Fall zur Bestimmung der Länge der Achse des Mittelmeers der IST-Länge von *Cadiz* die SOLL-Differenz zu *Gibraltar* von 57' hinzugefügt. Im Falle des Fehlens der Ortsposition von *Iskenderun (Alexandretta)* wurde die Länge von *Antakya* (*Antiochia*) als Ende des Mittelmeers betrachtet. *Antiochia* liegt nur 2' weiter östlich als *Alexandretta*. Für eine etwas gröbere Schätzung reicht angesichts der Größenordnung der untersuchten Fehler auch die Länge von *Damaskus*, 11' östlich von *Alexandretta* aus. Auch die charakteristische Küstenform im nordöstlichen Bereich des Mittelmeers erlaubt manchmal die Festlegung dieses Wertes. Die Länge der Achse des Mittelmeers wurde in diesen Fällen gerundet angegeben. Mußte *Aleppo* statt *Alexandretta* bestimmt werden, so wurde die so berechnete Längsachse des Mittelmeers um die SOLL-Differenz von 1°02' gekürzt. Die SOLL-Länge der Achse des Mittelmeers beträgt 41°29' bzw. 41,4833 GRAD.

Die Europakarte *de Wits* mit dem Ausgangsmeridian des *Pico de Teneriffa* zeigt *Gibraltar* auf einer Länge von 11°45' und *Alexandretta* auf 67°30'. Die Kennzahl k_1, der Längenfehler der Achse des Mittelmeers, ergibt sich somit zu:

$$\begin{aligned} k_{1,\,deWit} = \Delta\lambda_{Alexandretta/Gibraltar} &= (\lambda_{PICO/IST-Alexandretta} - \lambda_{PICO/IST-Gibraltar}) \\ &\quad - (\lambda_{GR/SOLL-Alexandretta} - \lambda_{GR/SOLL-Gibraltar}) \end{aligned} \qquad (3\text{-}21)$$

= (67,5000 - 11,7500)-(36,1333-(-5,3500)) = 55,7500-41,4833 = 14,2667 GRAD bzw. 14°16'

Die Auswertung der aus den Karten und Tabellen ermittelten Achsenlänge des Mittelmeers erfolgt in Abschnitt 5.2.1.

3.6.2 Kennzahl 2: Die Längenfehler Mitteleuropas

Eine weitere Kennzahl wurde für den Längenfehler Mitteleuropas im Längenbereich von *Paris* bis *Belgrad* berechnet. Die Verwendung von zwei Kennzahlen zur Abschätzung der systematischen Längenfehler folgt aus der Tatsache, daß z. B. bereits *Johannes Kepler* 1627 in den ‹Tabulæ Rudolphinæ› die Längen zwischen *Lissabon* und *Belgrad* weitgehend richtig darstellte. Im Ostteil des Mittelmeers stiegen jedoch auch bei ihm die Längenfehler stark an und erreichen bei *Antiochia* mit etwa 11° den alten Wert *Mercators*.

In den Fehlerverlaufsdiagrammen, sie sind in Abschnitt 3.7.2.1 näher beschrieben, stellt der Abstand zwischen der Abszisse und dem Ausgleichspolynom der Längenfehler ein Maß für die Größe des systematischen Längenfehlers im Untersuchungsgebiet dar. Durch Integration des Ausgleichspolynoms über einen bestimmten

Längenbereich ergibt sich die Fläche F_λ zwischen der Abszisse und dem Polynom. Dividiert man diese Fläche durch den Längenunterschied der Integrationsgrenzen, erhält man den Längenfehler $\Delta\lambda_\varnothing$ des betrachteten Längenbereiches. Dieser Längenfehler liegt aber nur für den Fall einer Ausgleichsgeraden in der Mitte zwischen den Integrationsgrenzen. Bei Kurven höherer Ordnung liegt er, entsprechend der unterschiedlichen Steigung der Parabeln über die SOLL-Länge, etwas außermittig. Diese Verhältnisse zeigt die Abbildung 3-5. Die Fläche F_λ zwischen der Abszisse und dem Ausgleichspolynom wurde für den Längenbereich zwischen *Paris* und *Belgrad* eingetragen. Der Längenfehler des Bereichs ergibt sich aus der Höhe des flächengleichen Rechtecks.

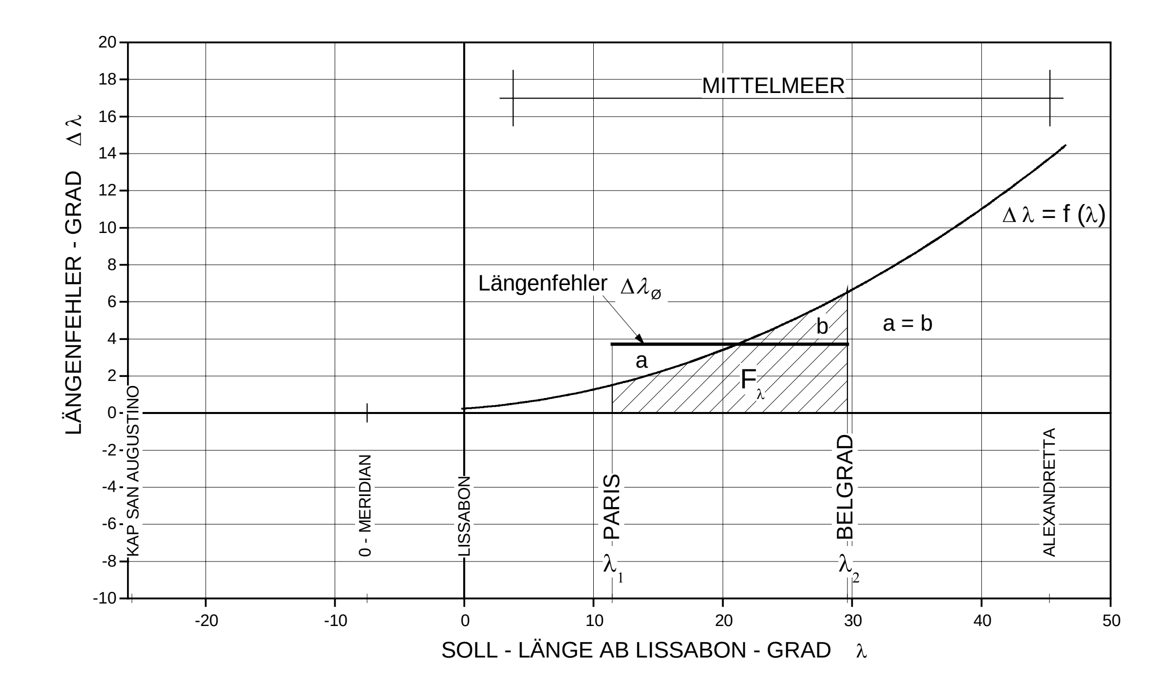


Abb. 3-5: Berechnung des Längenfehlers $\Delta\lambda_\varnothing$ am Beispiel der Erdteilkarten des Atlas *de Wit*. Der Untersuchungsbereich für die Kennzahl k_2 erstreckt sich von *Paris* bis *Belgrad*.

Die Berechnung der Fläche F_λ erfolgt durch Integration des Ausgleichspolynoms $\Delta\,\lambda = f(\lambda)$ mit den Bezeichnungen wie in Abschnitt 3.2.2 und:

F_λ	Fläche zwischen Ausgleichspolynom und Abszisse
$\Delta\,\lambda$	Längenfehler
$\Delta\lambda_\varnothing$	Längenfehler des Bereichs zwischen den Integrationsgrenzen
$\lambda_1 = \lambda_{LIS/SOLL-Paris}$	westliche Integrationsgrenze, Meridian von *Paris*, 11,4667 GRAD östlich von *Lissabon*
$\lambda_2 = \lambda_{LIS/SOLL-Belgrad}$	östliche Integrationsgrenze, Meridian von *Belgrad*, 29,6333 GRAD östlich von *Lissabon*

Wie in Abschnitt 3.2.2 wird die Berechnung für ein Polynom 4. Grades durchgeführt. Die Berechnung der Flächen unter Polynomen niedrigerer Potenzen erfolgt durch Weglassen der entsprechenden Glieder der Gleichung.

$$F_\lambda = \int_{x=\lambda_1}^{x=\lambda_2} (a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + a_3 x^3 + a_4 x^4) \, dx = \tag{3-22}$$

$$\left[a_0 x + \frac{a_1 x^2}{2} + \frac{a_2 x^3}{3} + \frac{a_3 x^4}{4} + \frac{a_4 x^5}{5} \right]_{x=\lambda_1}^{x=\lambda_2}$$

$$F_\lambda = F_{\lambda_2} - F_{\lambda_1} =$$

$$F_\lambda = a_0 (\lambda_2 - \lambda_1) + \frac{a_1}{2}(\lambda_2^2 - \lambda_1^2) + \frac{a_2}{3}(\lambda_2^3 - \lambda_1^3) + \frac{a_3}{4}(\lambda_2^4 - \lambda_1^4) + \frac{a_4}{5}(\lambda_2^5 - \lambda_1^5) \tag{3-23}$$

Im Beispiel der Erdteilkarten von Europa uns Afrika des Atlas von *de Wit* wird das Ausgleichspolynom nur bis zur zweiten Potenz berechnet. Höhere Potenzen mußten nur selten bestimmt werden. Die Ausgleichsrechnung für die Längenfehler der Erdteilkarten ergab folgende Koeffizienten des Ausgleichspolynoms:

a_0 = 0,24333 a_1 = 0,04728 a_2 = 0,00555

Damit ergibt sich die Fläche unter dem Ausgleichspolynom nach Gleichung 3-23 zu:

$$F_\lambda = 0{,}24333 * (29{,}63333 - 11{,}46667) + (0{,}04728/2) * (29{,}63333^2 - 11{,}46667^2) + (0{,}00555/3) * (29{,}63333^3 - 11{,}46667^3) = 67{,}42286$$

Der mittlere Längenfehler k_2 ergibt sich durch Division der Fläche F_λ unter dem Ausgleichspolynom durch den Längenunterschied der Grenzmeridiane des bestimmten Integrals λ_1 und λ_2. Der in Abbildung 3-5 dargestellte Längenfehler $\Delta\lambda_{\varnothing}$ der Erdteilkarten *de Wits* beträgt:

$$k_{2,\, deWit} = \Delta\lambda_{\varnothing} = F_\lambda \;/\; (\lambda_2 - \lambda_1) = 67{,}42286 / (29{,}63333 - 11{,}46667) = 3{,}71135 \text{ GRAD} \tag{3-24}$$

Diese Kennzahl eignet sich gut zur Darstellung der Fortschritte der Längenbestimmungen im Bereich West- und Mitteleuropas. Die Fläche unter der Regressionskurve hat die Dimension λ * λ, wobei die Werte von λ als terrestrische Vermessungsgrößen eine Funktion der jeweiligen Breite λ = f (φ) sind. Da im großen und ganzen immer wieder die gleichen Ortspositionen vermessen wurden, sind die durchschnittlichen Längenfehler gut miteinander vergleichbar. Es ist aber zu beachten, daß sich diese Kennzahl nicht generell für den Vergleich mit anderen Untersuchungen heranziehen läßt.

Die Beschränkung des Untersuchungsbereichs auf *Paris* bis *Belgrad* erfolgte aus folgenden Gründen:

- Diese Arbeit soll helfen, die Ausgangsmeridiane von Regionalkarten Mitteleuropas zu identifizieren
- ab *Mercator* steigen die Längenfehler nach Osten zu überproportional an und eine Beschränkung auf Mitteleuropa stellt die für diesen Bereich erreichte Genauigkeit besser dar als ein bis *Istanbul* oder noch weiter östlich erweiterter Bereich und
- eine Reihe von älteren Tabellen geht nicht über Osteuropa hinaus

Die Auswertung der mittleren Längenfehler erfolgt in Abschnitt 5.2.2.

3.6.3 Kennzahl 3: Die Längenfehler *Ferros,* bezogen auf *Lissabon*

Als weiterer Kennwert wurden die Längenfehler der *Kanareninsel Ferro*, bezogen auf *Lissabon*, ermittelt und ausgewertet. Sie stellen ein grobes Maß für die Kenntnisse der atlantischen Längenverhältnisse dar.

Die Längenfehler im Atlantik lassen, im Gegensatz zu jenen des Festlands, keine Tendenz erkennen. Um eine Richtgröße für diese Längenfehler zu erhalten, wurden die den alten Karten und Tabellen entnommenen IST-Längenunterschiede zwischen *Lissabon* und *Ferro* (*Punta Orchilla*), dem SOLL-Längenunterschied von 9°01' gegenübergestellt. Der Vergleich der Längen von *Ferro* statt jener der jeweiligen Ausgangsmeridiane wurde aus folgenden Gründen gewählt:

- Durch die Wahl einer einzigen Insel ist eine bessere Vergleichbarkeit der Längenfehler gegeben
- *Ferro* ist in fast allen alten Tabellen und Karten enthalten und
- *Ferro* war, vor der allgemeinen Einigung auf den Meridian von *Greenwich*, in seinen verschiedenen Varianten der bei weitem am häufigsten verwendete Ausgangsmeridian in alten Karten.

Die Europa- bzw. Afrikakarte des Atlas von *de Wit* zeigt für *Lissabon* und *Ferro* die IST-Werte 7°50' und 357°50' bzw. –2°10'. Die entsprechenden SOLL-Werte sind –9°08' und –18°09'. Der Längenfehler *Ferros*, bezogen auf *Lissabon*, ergibt sich nach Gleichung 3-2b zu:

$$k_{3,\,deWit} = \Delta\lambda_{Lissabon/Ferro} = \left|\lambda_{PICO/IST-Lissabon} - \lambda_{PICO/IST-Ferro}\right| - \left|\lambda_{GR/SOLL-Lissabon} - \lambda_{GR/SOLL-Ferro}\right| = \quad (3\text{-}25)$$

|7,83333 - (-2,16667)| - |-9,13333 -(-18,15000)| = 0,98333 GRAD = 59'

Diese Kennzahl der Längenfehler *Ferros* wird in Abschnitt 5.2.3 ausgewertet.

3.6.4 Kennzahl 4: Die Standardabweichungen der Reststreuung

Die Reststreuung der Residuen um die Längenverlaufskurven Mitteleuropas hängt von den lokalen Fehlern der Karten und Tabellen ab. Ihre Standardabweichung s_{yx} ist ein Maß für diese Fehlerart und zeigt die nur langsame Verbesserung der geographischen Kenntnisse am europäischen Festland. Die Standardabweichung der Reststreuung wurde nach der Gleichung 3-16 berechnet.

Aus den Karten Europas (19 Orte) und Afrikas (4 Orte) im Atlas *de Wit* wurden die Längenwerte von 23 Orten zwischen *London* und *Iraklion* (*Candia*) auf *Kreta* bestimmt (n = 23). Der Ausgleich wurde mittels eines Polynoms 2. Grades berechnet (p = 2). Die Summe der quadrierten Abweichungen der Einzelwerte vom Ausgleichspolynom Σe_i^2 betrug 13,344778. Damit errechnet sich die Kennzahl k_4 zu:

$$k_{4,\,deWit} = s_{yx} = \left(\frac{1}{n-(1+p)}\sum e_i^2\right)^{\frac{1}{2}} = [(1/(23\text{-}3)*13{,}344778]^{½} = 0{,}816847 \text{ GRAD} = 49' \quad (3\text{-}26)$$

Die Auswertung der Standardabweichungen der Reststreuung erfolgt in Abschnitt 5.2.4.

3.6.5 Gesamtkennzahl K

Die normierte Gesamtkennzahl K_i^* ist ein charakteristischer Wert für die Genauigkeit der Karte i im Bereich der Untersuchung. Aus den in den Abschnitten 3.6.1 bis 3.6.4 beschriebenen Kennzahlen $k_{n,i}$ wird nach

Normierung und Addition die Gesamtkennzahl für die Längenfehler der Karten und Tabellen berechnet. Mit dem Symbol * sind die normierten Kennzahlen bezeichnet. Mit

$k_{n,i}$ Kennzahl k_n der Karte i (n = 1 bis 4 und i =Kartenbezeichnung bzw. laufende Nummer)

$k^*_{n,i}$ normierte Kennzahl k_n der Karte i

$k_{n,\min}$ Minimum der Fehlerkennzahlen $k_{n,i}$ aller untersuchten Karten

$k_{n,\max}$ Maximum der Fehlerkennzahlen $k_{n,i}$ aller untersuchten Karten

ergibt sich die normierte Gesamtkennzahl K^*_i zu:

$$k^*_{n,i} = \left(|k_{n,i}| - |k_{n,\min}|\right) / \left(|k_{n,\max}| - |k_{n,\min}|\right) \quad (3\text{-}27)$$

$$K^*_i = \frac{1}{4}\sum_{n=1}^{4} k^*_{n,i} \quad (3\text{-}28)$$

$$0 \le K^*_i \le 1$$

Am Beispiel der Erdteilkarten des Atlas von *Frederick de Wit* wird diese Kennzahl K^*_i errechnet. Die in Abschnitt 3.6.1 bis 3.6.4 berechneten Werte der Kennzahlen $k_{n,deWit}$ und die Ergebnisse der Berechnung der normierten Kennzahlen $k^*_{n,deWit}$ sowie K^*_{deWit} sind in Tabelle 3-2 zusammengestellt.

K^*_{deWit} = [(14,2667-0,0167)/21,2500+(3,7114-0,0531)/9,3605+(0,9833-0,1000)/5,733+
(0,8168-0,1272)/2,3292]/4 = 0,3779

k_n	k_1	k_2	k_3	k_4	$K^*_{\text{de Wit}}$
$k_{\text{n, de Wit}}$	14,2667	3,7114	0,9833	0,8168	
$k_{\text{n-min}}$	0,0167	0,0531	0,1000	0,1272	
$k_{\text{n-max}}$	21,2667	9,4136	5,8333	2,4564	
$k_{\text{n-max}}$-$k_{\text{n-min}}$	21,2500	9,3605	5,7333	2,3292	
$k^*_{\text{n, de Wit}}$	0,6706	0,3908	0,1541	0,2961	0,3779

Tab. 3-2: Daten zur Berechnung der Gesamtkennzahl K^*_{deWit} für die Erdteilkarten des Atlas von *Frederick de Wit*, nach 1670

Die Auswertung der Gesamtkennzahlen K^*_i erfolgt in Abschnitt 5.2.5.

3.7 Darstellung der Ergebnisse der Einzeluntersuchungen

Die Darstellung der Einzelergebnisse der Untersuchungen wird im folgenden am Beispiel der geographischen Tabelle ‹Tabula IV. | Catalogus Locorum insigniorum› in den 'Tabulæ | Astronomicæ | Ludovici Magni' | ... | Autore Philippo de la Hire, | ... | 1727› ('Tabelle IV. Liste der bedeutenden Orte'; in den 'Astronomische Tafeln *Ludwigs des Großen* | ... | vom Verfasser *Philippe de la Hire* ... 1727') erklärt. Die Tabelle verwendet als Ausgangsmeridian den Meridian der Pariser Sternwarte und gibt die Längenunterschiede zu diesem Meridian als Zeitdifferenzen an. Die Tabellen *Philippe de la Hires* (1640-1718) sind in Abschnitt 4.7.3 näher beschrieben. Die Reproduktionen 4-29 und 4-30 im Anhang zeigen zwei Seiten dieser Tabelle.

Die nachstehend beschriebenen Datenblätter, Fehler- und Längenverlaufskurven sind für alle untersuchten Quellen auf der beigelegten CD 'Auswertungen' zusammengefaßt und nicht Teil der gedruckten Arbeit.

3.7.1 Datenblätter

3.7.1.1 Verzeichnis der untersuchten Positionstabellen, Atlanten sowie Einzelkarten und Globen

Ein Verzeichnis der ausgewerteten Quellen mit ihren genauen Titeln und Standortnachweisen befinden sich in Abschnitt 9 am Ende dieser Arbeit. Die verschiedenen Quellen nach ihrer Herkunft in Tabellen, Atlaskarten und Einzelkarten geordnet und nach den Erscheinungsjahren angeführt.

3.7.1.2 Datenblätter der Ausgangswerte der Untersuchungen

Die den alten Karten und geographischen Tabellen entnommenen IST-Längen- und Breitenangaben wurden, in graduelle Notation umgerechnet, in Tabellen zusammengefaßt und die Fehler dieser Werte durch Vergleich mit den heutigen SOLL-Werten berechnet. Diese Berechnungen erfolgen in mehreren Einzelschritten, und als Beispiel zeigt die Tabelle 3-3 die Auswertung für den ‹Catalogus Locorum insigniorum› von *Philippe de la Hire*, 1727. Die oberste Zeile der Tabelle 3-3 mit den Nummern der Spalten wird nur in diesem Beispiel zum besseren Verständnis verwendet. Der Aufbau der Tabelle 3-3 ist auf der ihr gegenüber liegenden Seite erklärt.

Die in den Spalten 9 und 10 angeführten Fehler der Breiten- und Längenwerte wurden in den Diagrammen der Fehlerverlaufskurven (s. Abschnitt 3.7.2.1 und CD 'Auswertungen') dargestellt. Die IST-Längenwerte in Spalte 7 wurden in den Längenverlaufskurven (s. Abschnitt 3.7.2.2 und CD 'Auswertungen') abgebildet.

3.7.2 Graphische Darstellungen

Die Diagramme der Fehler- und Längenverlaufskurven sind wie die Datenblätter nach Kartographen geordnet und ebenfalls auf der CD 'Auswertungen' zusammengestellt. Für das Verständnis der Zusammenhänge erforderliche Diagramme wurden, in verkleinertem Format, in den Text integriert.

3.7.2.1 Diagramm: Fehlerverlaufskurven

Die Fehlerverlaufskurven zeigen die Längenfehler ab dem Referenzmeridian von *Lissabon* bzw. manchmal, wenn der Wert *Lissabons* fehlt, ab den entsprechenden Ausgangsmeridianen. Diese Referenzmeridiane weisen damit definitionsgemäß keine Längenfehler auf.

Die Abszisse zeigt die heutigen SOLL-Längenwerte der verschiedenen Orte ab dem Referenzmeridian, auf der Ordinate sind deren Längenfehler aufgetragen. Die Gründe für die Wahl Lissabons als Ausgangsmeridian der Untersuchung wurden in Abschnitt 3.1.4 erörtert. Positive Fehler zeigen einen zu großen, negative einen zu kleinen Längenunterschied zum Referenzmeridian an. Ausgleichspolynome wurden nur für die Längenfehler von Orten am Festland berechnet, da die starke Streuung der Fehler für die Inseln im Atlantik kaum eine Tendenz erkennen läßt. Zusatzinformationen zu den Ausgleichspolynomen betreffend die Anzahl der Werte, den Grad des Polynoms, das Bestimmtheitsmaß der Anpassung und die Standardabweichung der Reststreuung um das Ausgleichspolynom wurden in die Diagramme integriert. Informativ wurden manchmal zusätzlich zu den Längen- auch die Breitenfehler der jeweiligen Orte bestimmt. In diesen Fällen wurden auch die Mittelwerte und Standardabweichungen der Breitenfehler berechnet und in die Diagramme eingetragen. Am Beispiel des Fehlerverlaufs der Positionstabelle *Philippe de la Hires* in Abbildung 3-6 werden die Einzelheiten dieses Diagrammtyps erklärt.

Die Fehlerverlaufskurven eignen sich sehr gut zum Vergleich der Längenfehler verschiedener Quellen, da bei ihnen unterschiedliche Abweichungen, wie z. B. eine Änderung in der IST-Länge der Mittelmeerachse, sofort sichtbar werden. Auch läßt sich eine Verbesserung der geographischen Positionen durch neue Erkenntnisse

mit ihnen gut nachvollziehen. Ein weiteres Beispiel einer Fehlerverlaufskurve zeigt die Abbildung 3-2 im Anhang. Die IST-Werte stammen aus den ‹Tabulæ Rudolphinæ› von *Johannes Kepler*, 1627. Ein Vergleich der Fehlerverläufe der untersuchten Quellen befindet sich in Abschnitt 5.3.

3.7.2.2 Diagramm: Längenverlaufskurven

Da zur Identifizierung der Ausgangsmeridiane von Regionalkarten nicht der Fehlerverlauf sondern die numerischen Längenwerte der alten Karten und Tabellen benötigt werden, wurden bei diesen Diagrammen auf der Ordinate die aus den alten Karten bzw. Tabellenwerken entnommenen IST-Längenwerte aufgetragen. Die Abszisse zeigt die SOLL-Längen der betreffenden Orte ab *Greenwich*. Zusätzlich ist auch noch die SOLL-Linie für den jeweiligen Ausgangsmeridian in das Diagramm eingetragen. Da zur Darstellung der Längenwerte der alten Karten und Tabellen kein eigenes Referenzsystem der Längenwerte benötigt wird, verläuft das Ausgleichspolynom in der Nähe des Ausgangsmeridians durch die Abszisse des Diagramms. Diese Ergebnisse werden in Abschnitt 5.4 besprochen und in Abschnitt 6 zur Bestimmung der Ausgangsmeridiane von Regionalkarten verwendet.

Da nur die Längenverlaufskurven des gesamten Festlandsbereichs auf der CD 'Auswertungen' enthalten sind, wurden die Koeffizienten der Ausgleichspolynome und die Standardabweichungen der Reststreuungen in zwei Tabellen zusammengefaßt. Tabelle 3-4 im Anhang enthält die Koeffizienten der Polynome für den Festlandsbereich zwischen *Lissabon* und dem Ost-Ende des Mittelmeers. Tabelle 3-5 betrifft nur den Längenbereich Mitteleuropas zwischen *London* und *Iraklion* (*Candia*) auf *Kreta*.

Längenverlaufskurven für den gesamten Festlandsbereich

Diese Darstellung ermöglicht eine rasche Abschätzung der Längenwerte, die bei einem Kartographen oder Astronomen für einen bestimmten Längenbereich zu erwarten sind. Um die Ablesegenauigkeit der Darstellung des gesamten Untersuchungsbereichs zu verbessern, wird im nächsten Abschnitt zusätzlich die Berechnung der Ausgleichspolynome für den mitteleuropäischen Bereich besprochen.

Am Beispiel des Längenverlaufs der Positionstabelle *Philippe de la Hires* aus dem Jahre 1727 werden in Abbildung 3-7 die Einzelheiten dieses Diagrammtyps erklärt.

Längenverlaufskurven für den Bereich Mitteleuropa

Um für den Bereich Mitteleuropa zwischen den Meridianen von *London* und *Iraklion* (*Candia*) die in den alten Karten und Tabellen auftretenden Längenwerte besser abschätzen zu können, wurden die Längenverlaufskurven dieses Bereichs gesondert berechnet. Da sich diese Ausgleichspolynome nur geringfügig von jenen des gesamten Längenbereichs unterscheiden, wurde auf ihre graphische Darstellung auf der CD 'Auswertungen' verzichtet. Nur in der folgenden Abbildung 3-8 wird dieses Diagramm für die Tabelle *de la Hires* von 1727 als Beispiel gezeigt. Sollte es sich für Bestimmungen von Ausgangsmeridianen als notwendig erweisen, auf die etwas genaueren Werte Mitteleuropas zurückzugreifen, so können diese Ausgleichspolynome mit den Koeffizienten der Tabelle 3-5 im Anhang berechnet werden. Zusätzlich sind in dieser Tabelle die Standardabweichungen der Reststreuungen um die Ausgleichspolynome angegeben. Abbildung 3-3 im Anhang zeigt den Längenverlauf der ‹Tabulæ Rudolphinæ› von *Johannes Kepler*, 1627, für den gesamten Festlandsbereich der Untersuchung. Den entsprechende Längenverlauf, jedoch nur für den Bereich Mitteleuropas berechnet, zeigt die Abbildung 3-4 im Anhang. Die Reststreuung um die Ausgleichspolynome des mitteleuropäischen Längenverlaufs dient als Maß für die individuelle Streuung der Ortspositionen zur Berechnung der Fehlerkennzahl k_4 (s. Abschnitt 3.6.4).

Erklärung der Tabelle 3-3

Alle Rechentabellen auf der CD 'Auswertungen' enthalten die Zahlenwerte in gradueller Notation (ggg,gggg).

Spalte 1: NR

Laufende Nummer der Ortspositionen

Spalte 2: ORTSNAME

Spalte 3: φ_{SOLL} | SOLL | GRAD

SOLL-Breitenwerte aus dem Register des 'Times Atlas, 1973'

Spalte 4: $\lambda_{GR/SOLL}$ | SOLL | GRAD

SOLL-Längenwerte bezogen auf den Meridian von *Greenwich* aus dem Register des 'Times Atlas, 1973'

Spalte 5: $\lambda_{LIS/SOLL}$ | SOLL | GRAD

SOLL-Längenwerte aus dem Register des 'Times Atlas, 1973' nach Umrechnung auf den Referenzmeridian von *Lissabon*. $\lambda_{GR/SOLL-Lissabon}$ = - 9°08' = - 9,1333 GRAD

$\lambda_{LIS/SOLL-Ort} = \lambda_{GR/SOLL-Ort} - \lambda_{GR/SOLL-Lissabon} = \lambda_{GR/SOLL}$ + 9,1333 GRAD

Spalte 6: φ_{IST} | TABELLE | GRAD

IST-Breitenwerte des ‹Catalogus Locorum insigniorum› von *Philippe de la Hire*, 1727

Spalte 7: $\lambda_{PARIS/IST}$ | TABELLE | GRAD

IST-Längenwerte des ‹Catalogus Locorum insigniorum› von *Philippe de la Hire* bezogen auf den Ausgangsmeridian *Paris*. Die Werte in zeitlicher Notation (hh,mmss) wurden mit dem Faktor 15 in dezimale Notation (ggg,gggg) umgerechnet. Der Längenwert von *Lissabon*, der für die Berechnung von Spalte 8 benötigt wird, ist durch einen Kasten markiert.

Spalte 8: $\lambda_{LIS/IST}$ | TABELLE | GRAD

IST-Längenwerte des ‹Catalogus Locorum insigniorum› von *Philippe de la Hire* nach Umrechnung auf den Referenzmeridian von *Lissabon*.

$\lambda_{LIS/IST-Ort} = \lambda_{PAR/IST-Ort} - \lambda_{PAR/IST-Lissabon}$

Spalte 9: $\Delta\varphi$ | TABELLE | GRAD

Breitenfehler $\Delta\varphi_{Ort} = \varphi_{IST-Ort} - \varphi_{SOLL-Ort}$, Differenz der Spalten 6 und 3

Die Vorzeichen der Breitenfehler sind durch die Gleichungen 3-5a und 3-5b festgelegt.

Spalte 10: $\Delta\lambda$ | TABELLE | GRAD

Längenfehler $\Delta\lambda = \lambda_{LIS/IST} \mp \lambda_{LIS/SOLL}$, Differenz der Spalten 8 und 5. Die Vorzeichen sind durch die Gleichungen 3-2a und 3-2b festgelegt und ändern sich auf der Länge *Lissabons*.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		φ_{SOLL}	$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	φ_{IST}	$\lambda_{PARIS/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\varphi$	$\Delta\lambda$
NR	ORTSNAME	SOLL	SOLL	SOLL	TABELLE	TABELLE	TABELLE	TABELLE	TABELLE
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
1	FERRO KA	27,7000	-18,1500	-9,0167	28,0833	-20,5000	-7,5000	0,3833	-1,5167
2	KAP VERDE	14,7167	-17,5500	-8,4167	14,7167	-19,5000	-6,5000	0,0000	-1,9167
3	LISSABON	38,7333	-9,1333	0,0000	38,6667	-13,0000	0,0000	-0,0667	0,0000
4	SANTIAGO DE COMP.	42,8667	-8,5500	0,5833	42,9667	-12,0000	1,0000	0,1000	0,4167
5	BREST	48,3833	-4,5000	4,6333	48,3806	-6,9000	6,1000	-0,0028	1,4667
6	TOLEDO	39,8667	-4,0333	5,1000	39,7667	-7,0000	6,0000	-0,1000	0,9000
7	MADRID	40,4167	-3,7167	5,4167	40,2333	-6,0000	7,0000	-0,1833	1,5833
8	NANTES	47,2333	-1,5833	7,5500	47,2167	-3,8750	9,1250	-0,0167	1,5750
9	BAYONNE	43,5000	-1,4667	7,6667	43,4931	-3,8125	9,1875	-0,0069	1,5208
10	LONDON	51,5000	-0,1667	8,9667	51,4917	-2,2917	10,7083	-0,0083	1,7417
11	TOULOUSE	43,5500	1,4000	10,5333	43,5000	-1,6667	11,3333	-0,0500	0,8000
12	BARCELONA	41,4167	2,1667	11,3000	41,4333	-1,0000	12,0000	0,0167	0,7000
13	PARIS	48,8667	2,3333	11,4667	48,8333	0,0000	13,0000	-0,0333	1,5333
14	DÜNKIRCHEN	51,0333	2,3833	11,5167	51,0250	0,0125	13,0125	-0,0083	1,4958
15	NARBONNE	43,1833	3,0000	12,1333	43,2583	0,0000	13,0000	0,0750	0,8667
16	LYON	45,7667	4,8333	13,9667	45,7556	2,5750	15,5750	-0,0111	1,6083
17	AMSTERDAM	52,3500	4,9000	14,0333	52,3583	2,5417	15,5417	0,0083	1,5083
18	MARSEILLE	43,3000	5,3667	14,5000	43,3292	3,1250	16,1250	0,0292	1,6250
19	KÖLN	50,9333	6,9500	16,0833	50,8333	5,0000	18,0000	-0,1000	1,9167
20	BASEL	47,5500	7,6000	16,7333	47,6667	5,6667	18,6667	0,1167	1,9333
21	STRASSBURG	48,5833	7,7500	16,8833	48,5917	5,5000	18,5000	0,0083	1,6167
22	NÜRNBERG	49,4500	11,0833	20,2167	49,4556	8,5625	21,5625	0,0056	1,3458
23	FERRARA	44,8333	11,6333	20,7667	44,9042	9,7625	22,7625	0,0708	1,9958
24	VENEDIG	45,4333	12,3333	21,4667	45,5500	10,1667	23,1667	0,1167	1,7000
25	ROM	41,8833	12,5000	21,6333	41,8333	10,5000	23,5000	-0,0500	1,8667
26	KOPENHAGEN	55,7167	12,5667	21,7000	55,6764	10,4208	23,4208	-0,0403	1,7208
27	URANIENBURG	55,9167	12,7500	21,8833	55,5681	10,5417	23,5417	-0,3486	1,6583
28	PRAG	50,0833	14,4167	23,5500	50,0750	12,3750	25,3750	-0,0083	1,8250
29	WIEN	48,2167	16,3667	25,5000	48,3667	15,0000	28,0000	0,1500	2,5000
30	DANZIG	54,3667	18,6833	27,8167	54,3722	16,7500	29,7500	0,0056	1,9333
31	ATHEN	38,0000	23,7333	32,8667	37,6667	23,2500	36,2500	-0,3333	3,3833
32	CANDIA *	35,3333	25,1333	34,2667	34,6667	26,5000	39,5000	-0,6667	5,2333
33	ISTANBUL *	41,0333	28,9500	38,0833	41,0000	29,5000	42,5000	-0,0333	4,4167
34	ALEXANDRIA *	31,2167	29,9167	39,0500	31,2000	28,0000	41,0000	-0,0167	1,9500
35	JERUSALEM	31,7833	35,2167	44,3500	31,6417	38,6333	51,6333	-0,1417	7,2833

* IST-Werte überprüft

Tab. 3-3: Auswertung des ‹Catalogus Locorum insigniorum› von *Philippe de la Hire*, 1727. Ausgangsmeridian der Tabelle: *Paris*, Referenzmeridian der Untersuchung: *Lissabon*. Der IST- Längenwert von *Lissabon*, der für die Berechnung von Spalte 8 benötigt wird, ist durch einen Kasten markiert. Die Tabellen wurden in dieser oder den Verhältnissen angepaßter Form, jedoch ohne Spaltennummern und Kasten in die CD 'Auswertungen' aufgenommen.

Erklärung der Abbildung 3-6

(1) SOLL-Länge der Achse des Mittelmeers zwischen den Meridianen von *Gibraltar* und *Alexandretta*

(2) Markierung von SOLL-Längenwerten einiger bedeutender Orte ab dem Referenzmeridian von *Lissabon* sowie die Namen dieser Orte zur allgemeinen Orientierung

(3) Ausgleichspolynom eines anderen Astronomen/Kartographen zu Vergleichszwecken. In diesem Falle handelt es sich um das Ausgleichspolynom der Längenfehler der ‹Tabulæ Rudolpinæ› von *Johannes Kepler*, 1627

(4) Ausgleichspolynom der Längenfehler der Tabelle *Philippe de la Hires* aus dem Jahre 1727

(5) Beispiel: der Längenfehler von *Alexandria*

(6) Beispiel: der Breitenfehler von *Iraklion* (*Candia*) auf *Kreta*

(7) Markierung des Ausgangsmeridians der Tabelle oder Karte

(8) Zusatzinformationen zum Ausgleichspolynom, zur Standardabweichung der Reststreuung der Längenfehler um das Polynom und zu den Breitenfehlern

(9) Legende zu den verschiedenen Fehlerarten oder auch zur Zuordnung verschiedener Fehlerwerte zu bestimmten Karten

Erklärung der Abbildungen 3-7 und 3-8

(1) SOLL-Länge der Achse des Mittelmeers zwischen den Meridianen von *Gibraltar* und *Alexandretta*

(2) Zusatzinformationen zum Ausgangsmeridian der Karte oder Tabelle sowie zum Ausgleichspolynom und der Reststreuung der Längenwerte um das Polynom

(3) IST-Längenwerte der Orte ab dem Ausgangsmeridian der Karte oder Tabelle, als Beispiel der Längenwert von *Iraklion* (*Candia*)

(4) Ausgleichspolynom der IST-Längenwerte der Tabelle

(5) Heutige SOLL-Längen ab dem Ausgangsmeridian der Karte oder Tabelle, am Beispiel des Null-Meridians von *Paris*

(6) Markierung der SOLL-Längenwerte einiger bedeutender Orte ab Meridian von *Greenwich* sowie die Namen dieser Orte zur allgemeinen Orientierung

Die Abbildung 3-8 ist sinngemäß gleich aufgebaut wie Abbildung 3-7.

Ein weiteres Beispiel für einen in Mitteleuropa liegenden Ausgangsmeridian zeigt die Abbildungen 3-3 und 3 4 im Anhang. Dort sind die IST-Längenwerte der ‹Tabulæ Rudolphinæ› über den SOLL-Längen ab *Greenwich* dargestellt.

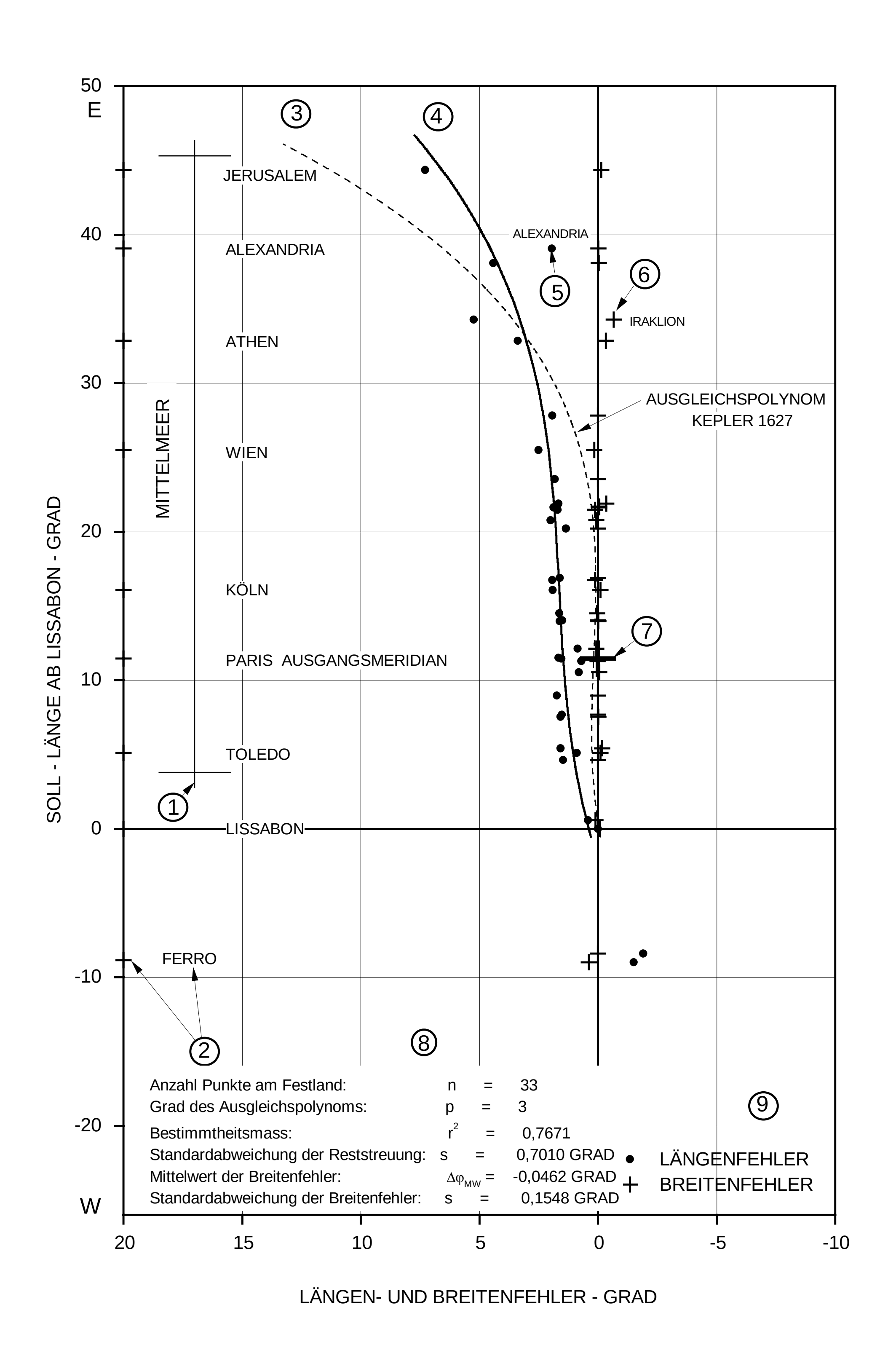


Abb. 3-6: Fehlerverlaufskurve des ‹Catalogus Locorum insigniorum› von *Philippe de la Hire*, 1727. Ausgangsmeridian der Tabelle: *Paris*, Referenzmeridian der Untersuchung: *Lissabon*

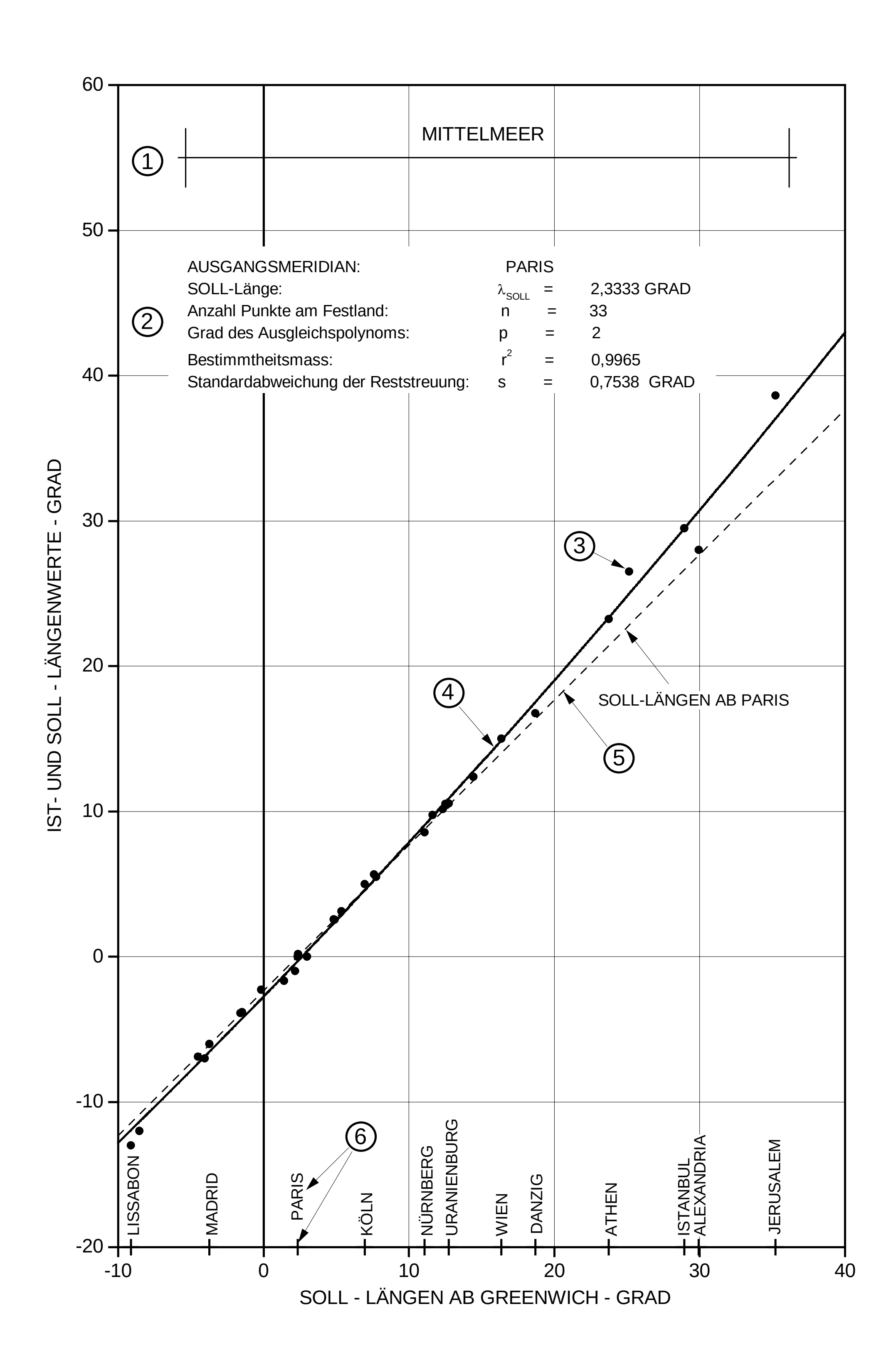


Abb. 3-7: Längenverlaufskurve des ‹Catalogus Locorum insigniorum› von *Philippe de la Hire*, 1727, über den gesamten Festlandsbereich der Untersuchung.

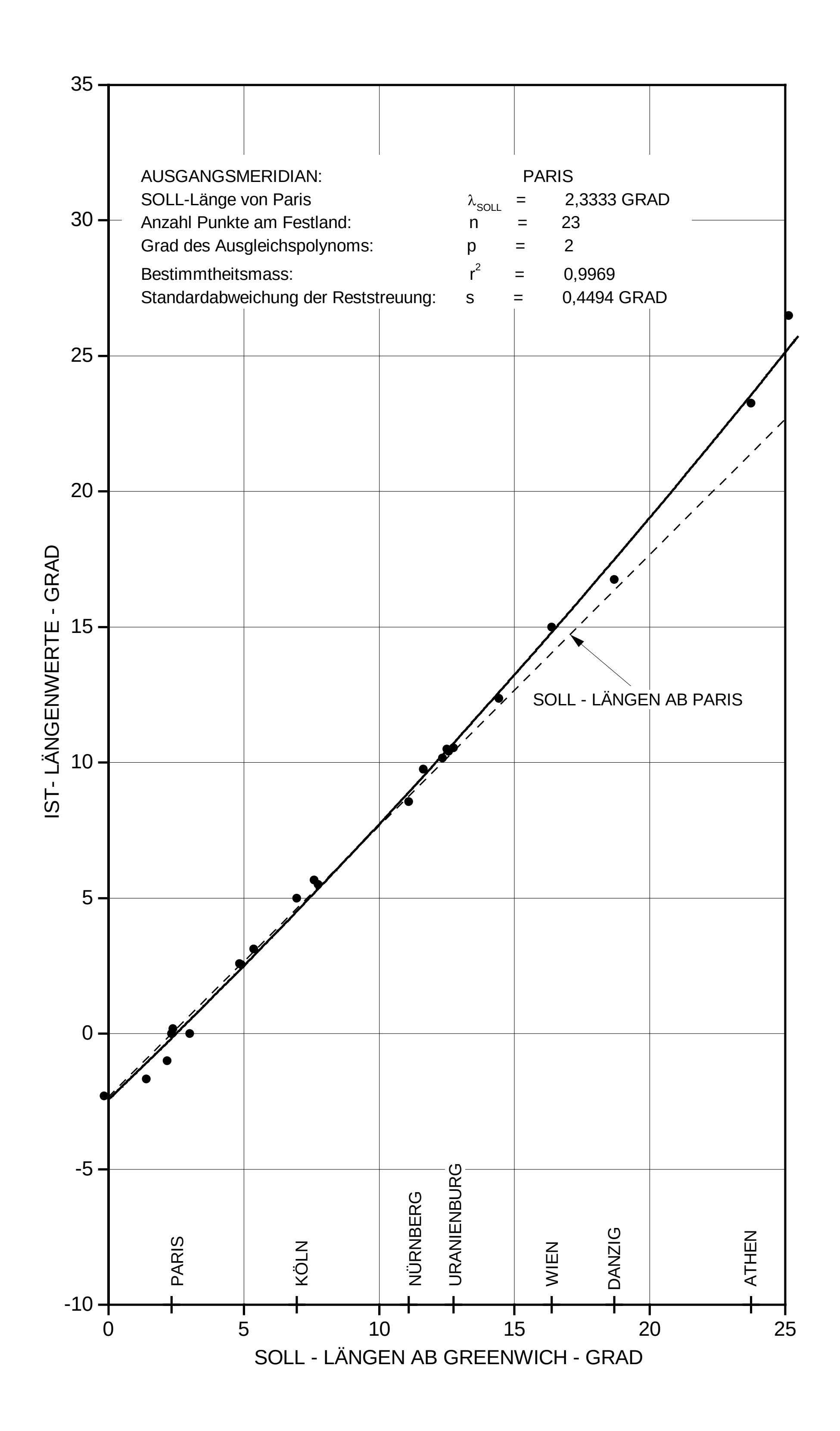


Abb. 3-8: Längenverlaufskurve des ‹Catalogus Locorum insigniorum› von *Philippe de la Hire*, 1727, für den Bereich Mitteleuropas.

4 Untersuchung der Karten, Tabellen und Globen

Dieser Abschnitt enthält die Einzelergebnisse der Untersuchungen der verschiedenen Karten und Tabellen. Die Auswahl der untersuchten Quellen wurde unter folgenden Gesichtspunkten getroffen:

- Zugänglichkeit der Karten und Tabellen für Unersuchungen am Original oder Faksimile und
- Quellen mit möglichst verschiedenen Ausgangsmeridianen und Fehlerverläufen

Alle untersuchten Quellen sind in Abschnitt 9 dieser Arbeit mit ihren Standorten angeführt. Es wurden - soweit möglich - die in Abschnitt 3.6 beschriebenen Kennzahlen für alle Karten und Tabellen ermittelt und in Tabelle 3-3 im Anhang zusammengefaßt. Die Auswertung dieser Kennzahlen erfolgt in Abschnitt 5.2.

Die Identifikation der lateinischen Ortsnamen erfolgte mit Hilfe des 'Orbis Latinus' von *Benedict Graesse* [GRAESSE et al. 1972]. Die zitierten lateinischen Texte wurden sinngemäß übersetzt und die gelegentlich auftretenden tironischen Noten nach dem 'Dizionario di Abbreviature Latine ed Italiane' von *Adriano Capelli* transkribiert [CAPPELLI 1912]. Diese Noten sind eine von *Tiro* - dem Sekretär *Ciceros* (106-43 v. Chr.) - erfundene lateinische Kurzschrift. Dies war erforderlich, da diese Noten nur vereinzelt als Sonderzeichen zur Verfügung standen. Wörter, die im Original in Großbuchstaben oder farbig gedruckt sind, wurden in der Arbeit nur mit großen Anfangsbuchstaben und in schwarzer Farbe wiedergegeben. Der Ausdruck 'Atlas' wurde für alle gebundenen Kartensammlungen verwendet, auch wenn sie vor dem Mercator-Atlas von 1595 erschienen.

4.1 Die Ptolemäische Geographie

Claudius Ptolemäus (um 100-180 n. Chr.) faßte die geographischen Kenntnisse der Antike in seinen acht Büchern der 'Geographia' zusammen. Es ist jedoch umstritten, ob er selbst diesen Büchern Karten beigegeben hat oder ob diese erst später gezeichnet wurden. Die Werke von *Ptolemäus* blieben in Konstantinopel erhalten und gelangten zuerst im 12. Jahrhundert über arabische Übersetzungen und später, an der Wende vom 14. zum 15. Jahrhundert, direkt aus Konstantinopel in den Westen. Im Jahre 1406 wurde die erste lateinische Übersetzung unter dem Titel 'Cosmographia' vollendet. Buch I beschreibt das Sammeln und Bewerten des Materials, die Bücher II bis VII enthalten Koordinatenlisten für mehr als 8000 Orte der damals bekannten Welt. Buch VIII enthält Anweisungen zum Kartenzeichnen.

Ptolemäus baute auf älteren geographischen Werken auf, die er kritisch sichtete und zum Teil wesentlich verbesserte. So verkürzte er die Längenausdehnung der Ökumene, die *Marinus von Tyrus* (ca. 100 n. Chr.) zwischen den *Kanarische Inseln* und *Kanton* (*Insulae Fortunatae* und *Kattigara, Serim Regio*) mit 225° angenommen hatte, auf 180° - SOLL 131° [PESCHEL 1865, S. 48]. Auch bei der Wahl des Ausgangsmeridians folgte er mit den *Fortunatae Insulae Marinus von Tyrus*, obwohl er ursprünglich die Absicht hatte, seine Tabellen auf den Meridian von *Alexandria* (*Alexandria Ægypti*) zu beziehen. Dieser Ausgangsmeridian wurde von *Ptolemäus* mit 60½° westlich von *Alexandria* festgelegt. Der Grund dafür lag wahrscheinlich in dem Vorteil, für alle Längenangaben positive Werte zu erhalten.

Für den Erdumfang übernahm *Ptolemäus* den Wert des *Poseidonius von Apamea* (um 135-51 v. Chr.) mit 180.000 Stadien statt der wesentlich besseren Berechnung des *Eratosthenes von Kyrene* (um 275-195 v. Chr.) mit 250.000 Stadien. Nach *Heinrich Glarenus* (1488-1563) und *Giovanni da Verrazano* (ca. 1485-1530) wurden 8 Stadien auf eine römische Meile gerechnet [PESCHEL 1865, S. 353]. Die Länge einer römischen milia betrug nach *Friedrich Hultsch* 1478,5 m [HULTSCH 1862, S. 701]. Damit ergibt sich bei *Ptolemäus* ein Erdumfang von 33.250 km. Der Meridiangrad wurde in runden Zahlen angegeben und betrug bei *Ptolemäus* 500, bei *Eratosthenes* aber 700 Stadien. Um die unhandlichen Bruchrechnungen, die sich daraus ergaben, zu vermeiden, wurde er bald weiter auf 480 Stadien oder 60 römische Meilen verkürzt, was zu einem Erdumfang von nur noch 32.000 km führte. Dieser Wert wurde nach *Oscar Peschel* auch noch von *Petrus Apianus*

(1495-1552) verwendet [PESCHEL 1865, S. 353]. Die Unsicherheit bei allen diesen Überlegungen liegt in der Definition des Stadions. Da die alten Geographen die von ihnen verwendeten Stadien nicht spezifizierten, stehen mit mehr oder minder großer Wahrscheinlichkeit eine ganze Auswahl verschiedener Stadien zur Verfügung. Eingehende Untersuchungen zu dieser Frage finden sich bei *Dieter Lelgemann* [LELGEMANN 2001, S. 224].

Die Annahme eines zu niedrigen Wertes für den Meridiangrad und zu großer Entfernungen hatten zur Folge, daß die Achse des Mittelmeers zwischen *Gibraltar* (*Calpe mons*) und Iskenderun (*Alexandretta*, *Alexandria ad Issum*) bei *Ptolemäus* eine Länge von 62° anstatt 41°29' aufweist. Hätte *Ptolemäus* auf dem Parallel von *Rhodos* den Längengrad statt mit 405 Stadien mit dem Wert des *Eratosthenes* von 566 Stadien gerechnet, hätte sich die Länge der Mittelmeerachse mit 44°22' ergeben. Dieser Wert wäre besser gewesen als die bis zur Mitte des 17. Jahrhunderts verwendeten Annahmen. Diese Überschätzung der Längsachse des Mittelmeers durch *Ptolemäus* wirkte sich in der Kartographie bis ins 17. Jahrhundert hinein stark aus.

Ptolemäus unterschätzte aber die atlantischen Längen. Er setzte *Lissabon* auf 5°10', d.h. 4°10' östlich des Zentrums von *Ferro*, während dieser Längenunterschied in Wirklichkeit etwa 9° beträgt. Dies führt dazu, daß sich in Mitteleuropa, wo sich die beiden gegenläufigen Fehler in etwa aufheben, rein rechnerisch erstaunlich genaue Längenwerte ergeben. Eine Berechnung des Längenfehlers von *Salzburg* bei *Petrus Apianus* ergab nur einen Fehler von 17'21" [ZAISBERGER 1988, S. 29]. Diese Rechnung verwendete allerdings als Ausgangsmeridian den Ferro-Meridian nach der 1724 von *Guillaume Delisle* (1675-1726) vorgeschlagenen Definition mit 20° westlich von *Paris*. Der absolute Fehler, bezogen auf *Lissabon*, beträgt aber 11°13'. Den für die ptolemäische Geographie typischen Verlauf der Längenwerte zeigt Abbildung 4-2.

Der ptolemäische Ausgangsmeridian:

Der Ausgangsmeridian von *Ptolemäus* ist ein verdeckter Meridian von *Alexandria* und durch dessen Länge von 60½° Ost definiert (im 8. Buch der Geographia verwendet *Ptolemäus* allerdings *Alexandria* als Ausgangsmeridian, wobei der Abstand zu den Insulae Fortunatae mit 4^h bzw. 60° angegeben ist). Die den Ausgangsmeridian festlegenden sechs *Insulae Fortunatae* (*Kanaren*) liegen bei *Ptolemäus* mit ihrem Zentrum alle auf der Länge 1° Ost. Dies führt bei den meisten Karten der ptolemäischen Geographie zu einem Ausgangsmeridian, der etwas westlich der *Insulae Fortunatae* durch das Meer verläuft. Reproduktion 4-1 im Anhang zeigt diese Anordnung der Inseln in der Weltkarte der Ulmer Ptolemäusausgabe von 1482.

Die wahrscheinlichste Erklärung für diese sonderbare Festlegung liegt im griechischen Zahlensystem. Die Notation der Zahlen erfolgte alphabetisch und nach dem Additionsprinzip. Dieses dekadische System kannte aber kein Positionsprinzip und keine Null. Das Fehlen der Null stellte wegen des Additionsprinzips bei Rechnungen kein größeres Problem dar, doch mußte in Texten statt der 0 eine 1 geschrieben werden. Dies zeigt z. B. folgende Beschreibung einer Karte im 8. Buch: 'Die vierte und letzte (Afrikakarte) reicht von 1° bis 85°. Daraus ergibt sich eine Längenausdrehung von 85°'. *Ptolemäus* setzte in allen Textstellen die *Insulae Fortunatae* auf den Nullmeridian, wofür jedoch in der Tabelle 1° (α°) geschrieben wurde. Da gegen Ende des Mittelalters die Geographen diese Notation anscheinend nicht mehr richtig interpretieren konnten, wurde der Ausgangsmeridian eben auf 1° westlich der Zentren der sechs *Insulae Fortunatae* durch den Atlantik verlegt [5].

Francesco Berlinghieri (1440-1500) versuchte, in einer Karte der 'Geographia', *Florenz* 1482, die sonderbare Lage des Ausgangsmeridians zu erklären. Auch hier sind die sechs Inseln genau Nord/Süd angeordnet und liegen mit ihrem Zentrum auf 1° Ost. Sie besitzen jedoch alle eine Längenausdehnung von etwa 2°, so daß der Ausgangsmeridian durch die West-Spitzen der Inseln festgelegt ist (s. Abschnitt 4.1.2). Diese Interpretation wird allerdings nicht durch den Text von Ptolemäus gedeckt, da in ihm nirgends eine Ausdehnung der Inseln

[5] Schriftliche Mitteilung von Florian Mittenhuber, Ptolemaios-Forschungsstelle, Bern, 2003.

angegeben ist. Einen Ausschnitt der Karte *Berlinghieris* mit den *Insulae Fortunatae* zeigt Reproduktion 4-2 im Anhang.

Nachdem die wirkliche Lage der *Kanarischen Inseln* zueinander bekannt wurde, mußte der Ausgangsmeridian neu festgelegt werden. Dies führte zu unterschiedlichen Annahmen. Die östlichste Insel, *Lanzarote*, verwendete z. B. *Juan Vespucci* (1. Hälfte 16. Jh.) in der Weltkarte «Totius Orbis Descriptio» von 1524 und die Weltkarte «Vniversale Novo» nach *Ptolemäus* 1548. *Fuertaventura*, etwas östlich des Zentrums der *Kanaren* gelegen, wurde von *Gerhard Mercator* (1512-1594) 1541 und *Michaele Tramezini* (+1579) 1554 zur Festlegung des Ausgangsmeridians verwendet. Der Meridian der Insel *Porto Santo* bei *Madeira* wurde 1508 von *Johannes Ruysch* sowie 1507 und 1516 von *Martin Waldseemüller* (um 1470-1518/1521) für ihre Weltkarten verwendet. Dieser Meridian verläuft etwa 30' westlich des Zentrums der Inselgruppe. Im Laufe der Zeit setzte sich aber der Meridian von *Ferro,* der westlichsten Insel der *Kanaren*, mit verschiedenen Definitionen als Ausgangsmeridian der Längenzählung durch.

Es gibt mehrere Möglichkeiten, den Ausgangsmeridian von *Ptolemäus* von West nach Ost in bezug auf die Längenzählung nach *Greenwich* zu beschreiben:

- Eine Rückrechnung von *Alexandria* mit 60°30' führt für den westlichsten Punkt der Insel *Ferro* zu einem Längenfehler von 12°27'. Diese Annahme ist sinnlos. Der Meridian würde über die westlichen *Azoren* verlaufen, die damals noch nicht bekannt waren.
- Geht man vom Meridian im Zentrum der westlichsten Insel aus, so ergibt sich der Ausgangsmeridian 1° westlich der Mitte von *Ferro,* also bei 19° westlich von *Greenwich*. Diese Variante wurde von den meisten Kartographen vom 15. bis zum 17. Jahrhundert in ihre Ptolemäuskarten eingetragen. Daß die westlichste der Inseln gemeint war, geht aus Vermerken wie 'ab occidente habitato' (ab dem bewohnten Westen) in alten Tabellen hervor.
- Es besteht aber auch die Möglichkeit der Annahme, daß der Meridian durch den westlichsten Punkt der Inselgruppe definiert war, wie die Karte *Francesco Berlinghieris* (1440-1500) zeigt. Dies würde den Meridian über die *Punta Orchilla* auf *Ferro* mit einer Länge von 18°09' westlich von *Greenwich* bedeuten.
- Ptolemäus selbst ging wahrscheinlich vom Zentrum der *Insulae Fortunatae* aus, was - legt man die westlichste Insel *Ferro* zugrunde - zu einem Ausgangsmeridian 18° westlich von *Greenwich* führt.
- Eine andere Variante, die einige Male vorkam, war, den Ausgangsmeridian etwa durch das Zentrum oder über die östlichen Inseln der Gruppe zu ziehen. *Gerhard Mercator* verwendete z. B. bei seinem <Globus> von 1541 einen Meridian über die Insel *Fuertaventura*, etwas östlich des Zentrums der *Kanaren*.

Für diese Untersuchung wurde der ptolemäische Meridian mit der Länge 19° westlich von *Greenwich* angenommen, da diese Version von den meisten der früheren Kartographen verwendet wurde. Dies entspricht auch der Ansicht von *Bernhard Varenius* (1622-1650), des Begründers der physikalischen Erdkunde. Er schrieb 1650: 'Ptolemæus eligit vicinum Fortunatis Insulis, quas uno tantum gradu removet à primo, et hinc versus Orientalem plagam per Africam atque Asiam numerat Meridianos reliquos et longitudinum locorum'. (*Ptolemäus* wählte ihn in der Nähe der *Kanarischen Inseln,* die er einen ganzen Grad vom ersten Meridian entfernt setzte und zählte von dort aus die übrigen Meridiane über Afrika und Asien nach Osten sowie die Längen der Orte) /VARENIUS 1693, S. 692/.

4.1.1 *Claudius Ptolemäus*; Tabellen des Codex Valencianus Latinus, 15. Jahrhundert

Titel: 'Cosmographia', ‹Codex Valencianus Latinus›

Das Exemplar der UB Valencia aus dem 15. Jh. ist eine Bearbeitung der 'Geographia' des *Ptolemäus* durch *Nicolaus Germanus* (um 1420-1490), in der ersten Fassung mit 27 Karten, und wurde vor 1470 hergestellt. Der Faksimiledruck enthält sowohl die Positionstabelle des *Ptolemäus* als auch die Karten von *Nicolaus Germanus*. Die Positionstabellen dieses Atlas wurden für die Auswertung aus folgenden Gründen gewählt: Dieser

Faksimile-Atlas ist leicht zugänglich und enthält neben den faksimilierten Tabellen auch deren Transskription. Diese Tabellen stimmen weitgehend mit den Tabellen anderer *Ptolemäus*-Ausgaben, wie *Bologna* 1477, *Rom* 1478, *Ulm* 1482 und *Florenz* 1482 (*Berlinghieri*) überein.

Ausgangsmeridian:

Ptolemäischer Ausgangsmeridian 19° westlich von *Greenwich*. Die Karten des Atlas zeigen den Meridian westlich des Zentrums von sechs kleinen Inseln durch den Atlantik. *Alexandria* liegt auf 60°30' Ost.

Verlauf der Längenfehler, bezogen auf *Lissabon*:

Längenfehler im Atlantik:

Da die Länge von *Lissabon* bei *Ptolemäus* 5°10' beträgt, ergibt sich ein Längenfehler von -4°51'.

Längenfehler am Festland:

Der lineare Fehlerverlauf und etwa +20° Längenfehler der Längsachse des Mittelmeers sind charakteristisch für *Ptolemäus* und seine Nachfolger. Der absolute Gesamtfehler für Orte am europäischen Festland setzt sich aus diesem Längenfehler und der Unterschätzung der atlantischen Länge um fast 5° zusammen. Die Länge des Mittelmeers ergibt sich zwischen *Gibraltar* (*Calpe mons*) und *Iskenderun* (*Alexandria ad issum*) mit 62°. Kennzeichnend ist auch die noch lange festzustellende Unterschätzung der Längendifferenz zwischen *Lissabon* und *Gibraltar* um etwa 1°30'. Den Fehlerverlauf zwischen *Lissabon* und *Edessa* zeigt Abbildung 4-1. Die für die ptolemäische Geographie charakteristischen Längenwerte zeigt Abbildung 4-2.

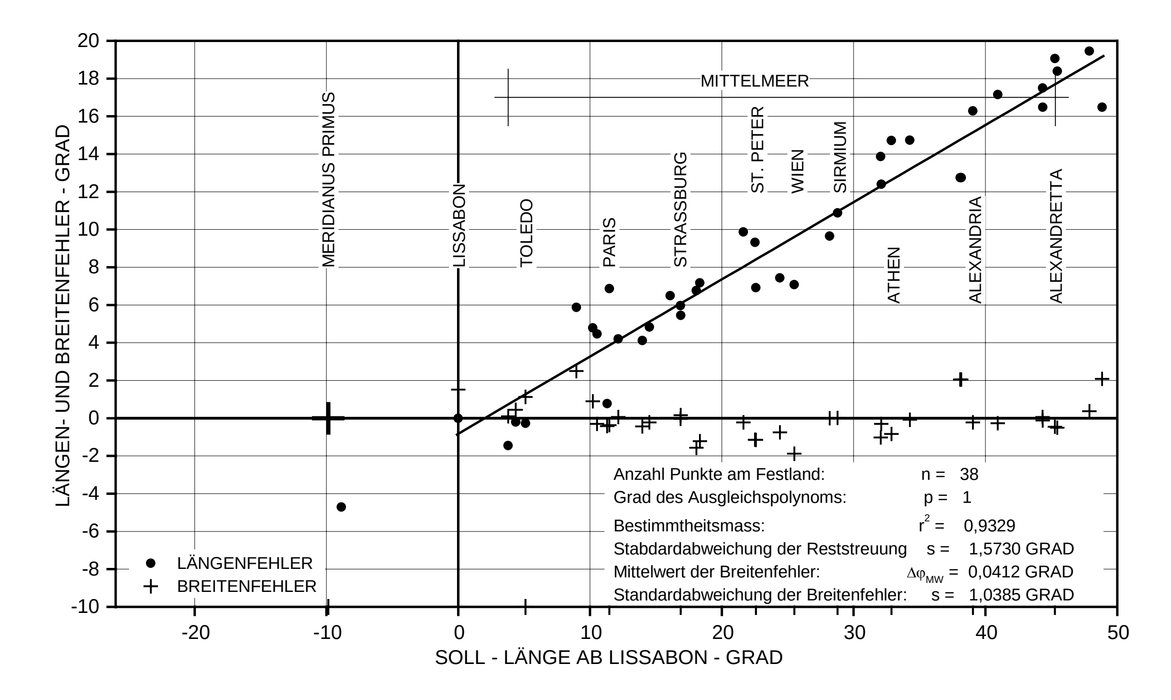


Abb. 4-1: Charakteristischer Verlauf der Längenfehler der ptolemäischen Geographie in den Tabellen des Codex Latinus der UB Valencia.

Untersuchungsergebnisse der Tabelle:

Ausgangsmeridian: Meridian des *Ptolemäus*, 1° westlich der *Insulae Fortunatae* (*Kanarische Inseln*) und 60°30' westlich von *Alexandria,* 19° westlich von *Greenwich*.

Länge der Mittelmeerachse zwischen *Gibraltar* und *Alexandretta:* 62°

4.1.2 *Claudius Ptolemäus*; Afrikakarte in *Francesco Berlinghieris* 'Geographia', Florenz 1482

Titel: \Tabvla Qvarta di Libya\

Die Aufnahme der Karte in diese Arbeit beruht auf der einmaligen Darstellung des ptolemäischen Ausgangsmeridians, wie bereits im Abschnitt 4.1 beschrieben. Die Karte zeigt wenige gut identifizierbare Punkte, da Bezeichnungen nur für Regionen eingetragen sind. Eine weitere Auswertung der Karte wurde daher nicht durchgeführt.

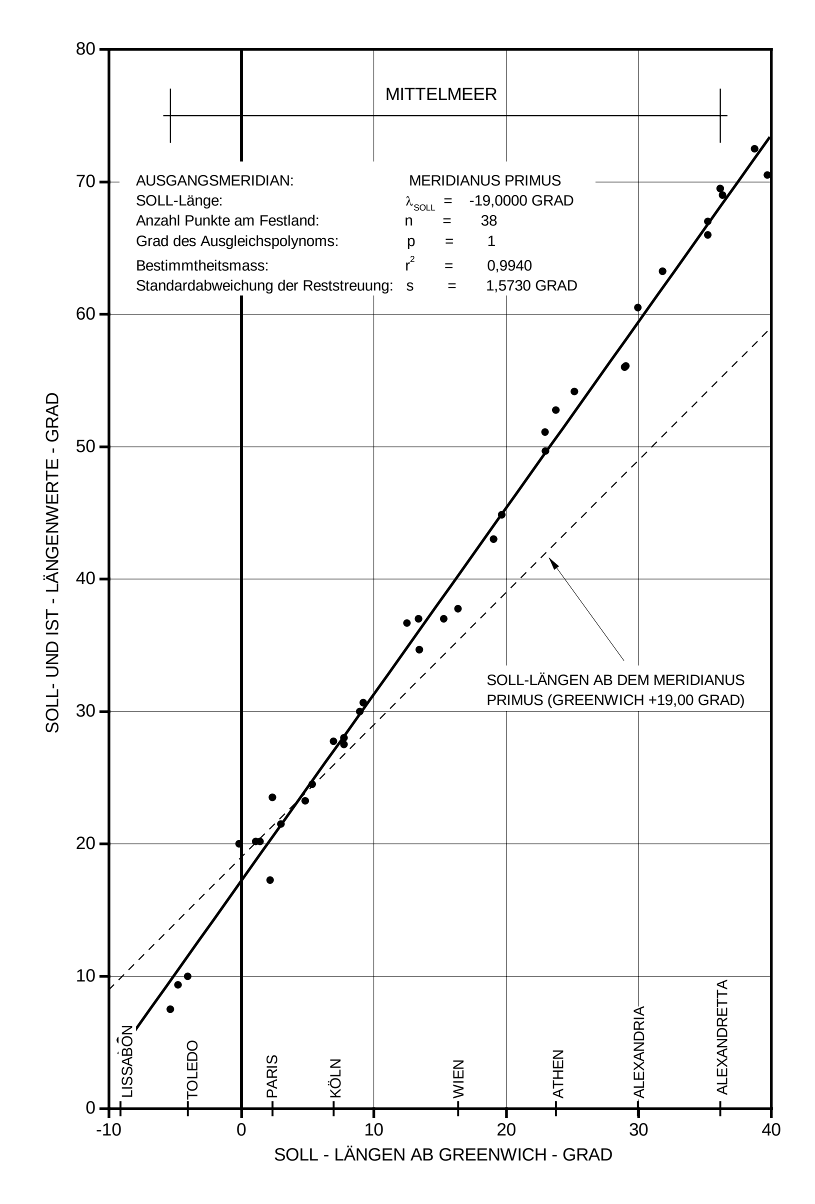


Abb. 4-2: Charakteristischer Verlauf der Längenwerte der ptolemäischen Geographie in den Tabellen des Codex Latinus der UB Valencia.

Ausgangsmeridian:

Der Ausgangsmeridian dieser Karte verläuft am westlichen Kartenrahmen, wo er die West-Spitzen aller sechs *'Fortvnate Isole'* berührt. Das durch kleine Kreise markierte Zentrum dieser Inseln liegt auf 1° Ost. Diese Darstellung ist der Versuch einer logischen Erklärung der Tatsache, daß bei *Ptolemäus* die den Ausgangsmeridian

festlegenden Inseln auf 1° Ost liegen. Diese Verhältnisse zeigen die Ausschnitte von zwei Karten der ptolemäischen Geographie in den Reproduktionen 4-1 und 4-2 im Anhang.

Kartennetzentwurf:

Der Gradrahmen paßt nicht gut mit dem geradlinig durchgezogenen Netz zusammen. Die Karte ist unregelmäßig gestochen. Es handelt sich um eine rechteckige Plattkarte mit einem längentreuen Parallel bei etwa 22°30'.

Untersuchungsergebnisse der Karte:

Ausgangsmeridian: Ptolemäischer Meridian über die West-Spitzen der Nord/Süd angeordneten *Kanarischen Inseln*, 19° westlich von *Greenwich*, *Alexandria* (westlicher Nilarm) liegt auf 60°30' Ost.

Länge der Mittelmeerachse zwischen *Gibraltar* und Ost-Ende des Mittelmeers: 61°

Abbildungsmethode: rechteckige Plattkarte

Äquatormaßstab: ca. 1 : 20 Millionen

4.1.3 *Johannes Regiomontanus*; Tabellen 1496 und 1498

Titel: - 'Kalendarium magistri | Ioannis de monteregio | viri pertissimi', 1496

Tabelle: ‹Tabula regionum›

- ‹Geographische Tafeln› erschienen in Venedig, 1498

Johannes Regiomontanus (J. Müller, 1436-1476) aus *Königsberg* war zu seiner Zeit bereits ein bekannter Mathematiker und Astronom und Mitglied der 'ersten Wiener Mathematiker- und Kartographenschule'. Sein Lehrer *Georg von Peuerbach* (1423-1461) hielt zusammen mit ihm, vielbeachtete Vorlesungen über Astronomie und Sonnenuhrenbau. Er ließ sich 1471 in *Nürnberg* nieder und veröffentlichte in der von ihm bis zu seinem Tode geführten Druckerei unter anderem die Werke *Georg von Peuerbachs*. *Regiomontans* 'Tabulae eclipsium', deren Ortstabelle auf den Meridian von *Nürnberg* bezogen war, spielten im Entdeckungszeitalter eine wichtige Rolle [KRETSCHMER 2000]. In der etwas jüngeren Tabelle von 1498 wurden die Längenwerte auf den Ausgangsmeridian von *Toledo* umgerechnet. Der Grund hierfür ist wahrscheinlich darin zu suchen, daß die 'Tabulae Alfonsinae' ursprünglich auf diesen Meridian bezogen waren.

Verlauf der Längenfehler, bezogen auf *Lissabon*

Längenfehler am Festland

In beiden Tabellen sind nur Längenwerte von *Lissabon* bis *Krakau* in Stunden und Minuten angegeben. Sie sind, wie Abbildung 4-3 zeigt, bis auf kleinere Unterschiede der Längenwerte von *Rom* und *Salzburg*, identisch. Die Bemerkung, *Regiomontan* habe die 'Tabulae Alfonsinae' auf *Nürnberg* bezogen und verbessert [STAMS 1986, S. 549], bezieht sich nicht nur auf die Ephemeriden sondern fallweise auch auf das Ortsverzeichnis. Der Längenfehler *Wiens* (*Juliobona*) beträgt bei *Ptolemäus*, bezogen auf den Meridian von *Lissabon* 7°, in den nachfolgenden Ortsverzeichnissen in ptolemäischer Tradition liegt er zwischen etwa 5°30' und 8°. Bei *Regiomontan* und in den 'Alfonsinischen Tafeln' beträgt er aber, atypisch zu den anderen Werten, nur 3°15' bzw. 3°35'. In *Regiomontans* Tafel von 1498 wurde der Breitenwert *Marseilles* von 53° auf 43° korrigiert. Zusammenfassend läßt sich für den Westteil des europäischen Festlandes bis etwa zur Länge von *Budapest* sagen, daß die Ortstabellen der Ephemeriden des *Regiomontan* eng den ptolemäischen Angaben folgen.

Untersuchungsergebnisse der Tabellen

Ausgangsmeridiane: Nürnberg und *Toledo*

Länge der Mittelmeerachse: nicht feststellbar, die Tabellen reichen nur bis etwa 19° westlich von *Greenwich*

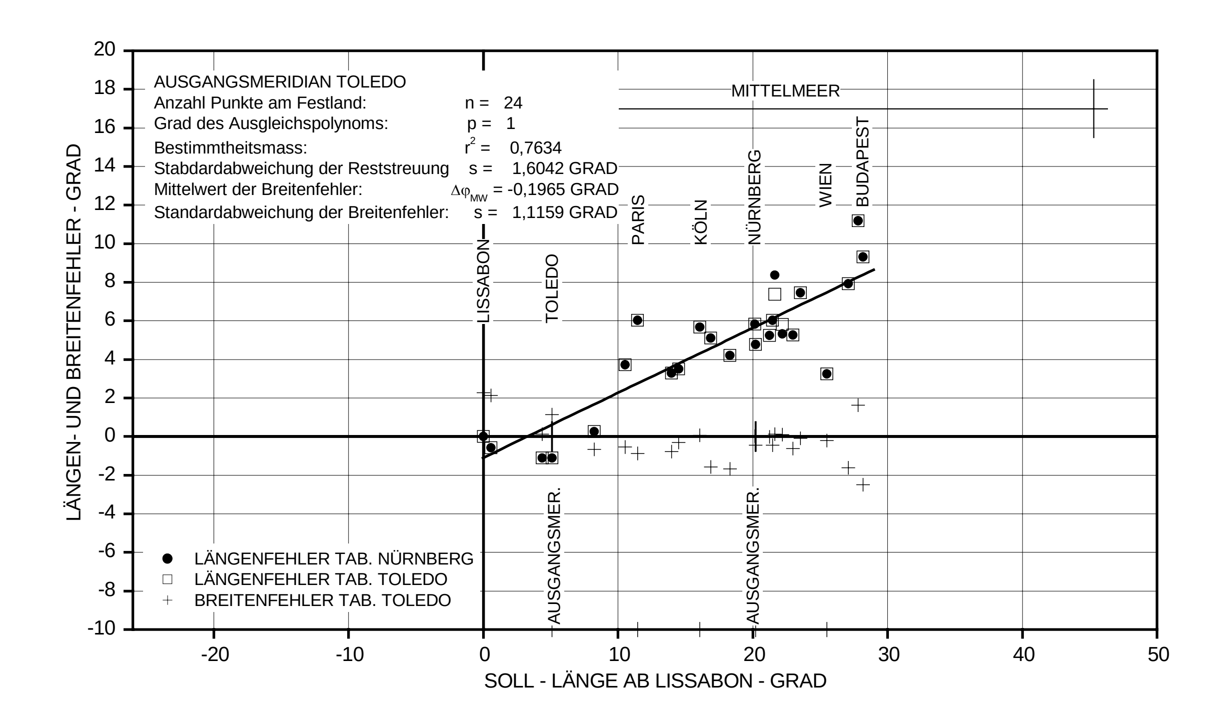


Abb. 4-3: Die Längen- und Breitenfehler der beiden Tabellen von *Johannes Regiomontanus.*

4.1.4 *Juan Vespucci;* Weltkarte, 1524

Titel: «Totivs. Orbis. Descriptio. Tam Vetervm Qvam Recentivm. Geographorvm. Traditionibuvs. Observata. Novvm. Opvs Ioannis Vespvcci Florentini. Macoleri Regis» (Beschreibung des ganzen Erdkreises. Wie beobachtet und nach Aufzeichnungen sowohl der alten als auch der jüngeren Geographen. Neues Werk des Florentiners *Johannes Vespucci*, Macoleris Regis)

Juan bzw. *Giovanni Vespucci* war ein Neffe *Amerigo Vespuccis* (1454-1512). Der Stich des Gradnetzes dieser Karte ist sehr ungenau, und es lassen sich kaum Ortspositionen identifizieren. Eine Auswertung der Längenangaben war nicht möglich.

Ausgangsmeridian:

Auf dem polständigen Planigloben geht der Ausgangsmeridian mit der Bezeichnung 360° über die Mitte der östlichsten der mit 'Isolf Fortvnate | de Chavaria' bezeichneten *Kanaren*.

Untersuchungsergebnisse der Karte:

Ausgangsmeridian: Ptolemäischer Meridian über die Mitte der Insel *Lanzarote* 13°33' westlich von *Greenwich*

Länge der Mittelmeerachse zwischen *Gibraltar* und dem *Alexandretta*: 63°15'

Abbildungsmethode: Polständige Planigloben in der Anordnung: halbe südliche Hemisphäre – Nordhemisphäre - halbe südliche Hemisphäre. Mittabstandstreuer azimutaler Netzentwurf (nach *Postel*).

Durchmesser der Planigloben: 183 mm

4.1.5 *Claudius Ptolemäus*; Weltkarte der Ausgabe Basel, 1540

Titel: «Typus Orbis Vniversalis»

Die Karte besitzt einen sehr kleinen Maßstab und zeigt kaum auswertbare Punkte, da Bezeichnungen nur für Großregionen eingetragen sind. Die Länge des Mittelmeers zwischen *Gibraltar* auf 10°30' und dem Ost-Ende des Mittelmeers, 69°30', beträgt 59°. Das Mittel- und das Schwarze Meer sind stark verzeichnet. Eine weitere Auswertung der Karte wurde wegen der geringen Anzahl der identifizierbaren Punkte nicht durchgeführt.

Ausgangsmeridian:

Der Ausgangsmeridian berührt den Ost-Rand von *'Medera'* und die östlichsten drei Inseln der *Insulae fortunatae*. *Alexandria,* identifiziert durch den westlichen Mündungsarm des Nildeltas, liegt auf etwa 59°.

Untersuchungsergebnisse der Karte

Ausgangsmeridian: Ptolemäischer Meridian über die Ost-Küste von *Lanzarote*, 13°27' westlich von *Greenwich*, *Alexandria* liegt auf 59° Ost.

Länge der Mittelmeerachse zwischen *Gibraltar* und *Alexandretta*: 59°

Abbildungsmethode: ovaler Netzentwurf

Äquatormaßstab: ca. 1 : 120 Millionen

4.1.6 *Claudius Ptolemäus*; Weltkarte der Ausgabe Venedig, 1548

Titel: «Vniversale Novo»

Die Karte besitzt einen sehr kleinen Maßstab und zeigt kaum auswertbare Punkte, da Bezeichnungen nur für Großregionen eingetragen sind. Die Länge des Mittelmeers zwischen *Gibraltar* auf 8° und dem Ost-Ende des Mittelmeers bei 80° beträgt 72° und verlängert damit dessen Ausdehnung gegenüber *Ptolemäus* noch einmal um 10°. Eine weitere Auswertung der Karte ist wegen der geringen Anzahl der identifizierbaren Punkte nicht sinnvoll.

Ausgangsmeridian:

Der Ausgangsmeridian verläuft am Ost-Rand der östlichsten Insel der *Kanaren, Lanzarote* und ca. 3° östlich von *Kap Verde*. *Alexandria,* d. h. die Mündung des westlichen Nilarms liegt bei 63°.

Kartennetzentwurf:

Es handelt sich um einen ovalen Netzentwurf, dessen Konstruktionsmethode nicht geklärt werden konnte. Der Äquator ist gleichabständig in 20° geteilt, doch ist seine Länge gegenüber dem Zentralmeridian um 40° verkürzt, dessen doppelte Länge er haben sollte. Dies hat zur Folge, daß der Kreis um den Kartenmittelpunkt, der über die Pole geht, den Äquator nicht bei 90° sondern erst bei 100° schneidet. Bei den Breitenkreisen dieser Karte verringert sich der Abstand vom Äquator zu den Polen hin. Das Gesetz für diese Abnahme der Abstände konnte nicht gefunden werden. Der Netzentwurf soll erstmals von *Gastaldi,* in seiner Karte <Universale> von 1546, verwendet worden sein [KEUNING 1955].

Untersuchungsergebnisse der Karte:

Ausgangsmeridian: Ptolemäischer Meridian über die Ost-Küste von *Lanzarote* 13°27' westlich von *Greenwich*, *Alexandria* liegt auf 63° Ost.

Länge der Mittelmeerachse zwischen *Gibraltar* und *Alexandretta*: 72°

Abbildungsmethode: modifizierter ovaler Netzentwurf

Äquatormaßstab: 1 : 250 Millionen

4.1.7 *Michaele Tramezini*; Weltkarte in zwei Planigloben, 1554

Titel: «Cvm Privilegio. Svmmi. Pont. Et. Senat. Venet. | | Michaelis, Tramezini. Formis. M.D.LIIII» (am Rand des Planigloben der westlichen Hemisphäre)

Michaele Tramezini (+1579) stammte aus Venetien und war Buchhändler sowie Kartenverleger in *Rom*. Infolge von Kriegsereignissen übersiedelte er nach *Venedig*, wo er ab 1527 neben dem Buchhandel einen Verlag und eine Druckerei betrieb. Er gab in den Jahren 1552 bis 1563 gemeinsam mit seinem Bruder *Francesco* (+1574), der in *Rom* die Zeichnung und den Stich der Karten betreute, zahlreiche Karten mit doppeltem Privilegienvermerk heraus. Seine wichtigste Arbeit aus dem Jahre 1554 ist die Weltkarte in zwei Hemisphären, die jeweils von zwei Platten gedruckt wurden. Diese Karte wurde zwar in einigen Atlanten eingebunden, fand aber keine Nachahmer [HELLWIG 1986]. Eine von 745 auf 250 mm Durchmesser verkleinerte Abbildung der Karte bringt *Adolf Erik Nordenskiöld* (1832-1901) im 'Periplus' [NORDENSKIÖLD 1897]. Die Karte wurde wegen fehlender identifizierbarer Punkte nicht weiter ausgewertet.

Ausgangsmeridian:

Der Ausgangsmeridian mit der Bezeichnung 360° ist durch eine Doppellinie hervorgehoben und verläuft über die *Punta de Jandia*, die West-Spitze der Insel *Fuertaventura*. *Kap Verde* ist als Ausgangspunkt zur Fixierung des Meridians unwahrscheinlich, da der Meridian etwas westlich davon durch das Meer verläuft.

Untersuchungsergebnisse der Karte

Ausgangsmeridian: Ptolemäischer Meridian über die West-Spitze von *Fuertaventura*, 14°32' westlich von *Greenwich*, *Alexandria* (westlicher Nilarm) liegt etwa auf 60°30' Ost.

Länge der Mittelmeerachse zwischen *Gibraltar* und dem Ost-Ende des Mittelmeers: ca. 59°30'

Abbildungsmethode: Zentraler 90° Ausschnitt eines ovalen Netzentwurfs.

Durchmesser der Planigloben: bei *Nordenskiöld* 250 mm, Original 745 mm

4.2 Die islamische Astronomie und die 'Alfonsinischen Tafeln', 1272

Die Basis der arabischen Geographie war das ptolemäische Positionsverzeichnis. Dieses ließ, gemeinsam mit seiner 'Syntaxis', der *Kalif al-Mamun* (reg. 813-833) unter dem Titel 'Almagest' ins Arabische übersetzen. Sicher ist, daß *al-Huwarizmi* (*Abu Gafar Muhammad ibn Musa,* um 800-847) die ptolemäischen Positionstabellen in seinem 826 herausgegebenen Buch 'Bild des bewohnten Viertels' verwendete, wenn er sie auch in seinem umfangreichen Positionsverzeichnis zum Teil stark korrigierte. Das Buch ist leider verloren, doch ist eine Anzahl seiner Ortsbestimmungen bei *Abu l-Fida* (1273-1331) angeführt. Danach verkürzte er gegenüber *Ptolemäus* die Länge der Mittelmeerachse um 9° auf 53°30'.

Der Astronom *Ibn az-Zarqala (Arzachel)* lebte um 1075 in *Toledo* und verwendete als Grundlage seiner Ephemeriden die Tafeln von *al-Huwarizmi* und *al-Battani* (vor 858-929) [GINGERICH und WELTHER 1977, S. 156-157]. Er stellte außerdem, wahrscheinlich durch Vergleich von Mondfinsternissen fest, daß *Toledo* nur 4 Stunden und 6 Minuten (61°30') westlich des Meridians von *Arin* liegt. Die Übersetzung der betreffenden Textstelle durch *Gerhard von Cremona* (1114-1187), der selbst *Toledo* besuchte, lautet: 'Longitudo autem loci ad medium diem, cujus radices praedicte in hoc libro sunt posite qui Toletum dicitur est quatuor horarum spatium et decime unius hore a medio mundi, qui locus dicitur esse in India, in civitate scilicet quae vocatur Arim, cujus longitude ab occidente in orientem est nonagesimum graduum; latitude vero ejus nulla est, eo quod sub equinoxiali linea sita est' (Die Länge des Ortes im Süden, dessen Ursprünge in diesem Buch dargestellt sind und der *Toledo* genannt wird, hat die Entfernung von vier Stunden und $^{1}/_{10}$ Stunde zum Mittelpunkt der Erde, der Ort soll in Indien sein, in einer Stadt die nämlich *Arin* genannt wird, deren Länge vom Westen nach Osten 90° beträgt und deren Breitengrad Null ist, weil sie auf dem Äquator liegt). Da *Bagdad* genau 10° westlich dieses Meridians gedacht wurde, ergab sich ein Abstand von 51°30' zwischen *Toledo* und *Bagdad*, der heutige SOLL-Wert beträgt 48°28'. *Ibn az-Zarqala (Arzachel)* arbeitete diesen Wert aber nicht in die ‹Tabulæ Toledanæ› ein. Nach einer Rechnung von *Oscar Peschel* hätte dieser Längenwert zu einer Längsachse des Mittelmeers von nur noch 44°30' geführt [PESCHEL 1865, S. 127].

Die Zusammenstellung der 'Alfonsinischen Tafeln' wurde von *König Alfons X. 'el Sabio' von Kastilien* (1221-1284), bald nach seinem Regierungsantritt 1252, veranlaßt. Die Tafeln wurden von den jüdischen Astronomen *Issac ben Said* und *Jehuda ben Mose* 1272 oder kurz danach fertiggestellt. Ob die darin eingearbeiteten Verbesserungen auch die geographischen Ortstabellen betraf, ist nicht bekannt. Die Längenausdehnung des Mittelmeers in der geographischen Positionstabelle blieb jedenfalls mit 52° etwa beim alten Wert von *al-Huwarizmi*.

Die arabischen Auffassungen der Längenverhältnisse im Bereich des Mittelmeers zeigen die Abbildungen 4-5 und 4-6 im Vergleich zu den ptolemäischen Werten. Während sich die Fehler im Westen, vom ptolemäischen Ausgangsmeridian bis etwa zur Länge von *Nürnberg,* mit jenen von *Ptolemäus* decken, zeigt der östliche Fehlerverlauf ein ganz neues Bild. Obwohl die Reststreuung der Einzelwerte sehr groß ist und auch nur wenige Werte in diesem Bereich identifiziert werden konnten, ist aber klar zu erkennen, daß die Längenverhältnisse im östlichen Untersuchungsbereich in etwa richtig eingeschätzt wurden. Als Konsequenz ergab sich eine Verringerung der Länge der Mittelmeerachse gegenüber *Ptolemäus* um etwa 10°.

Die arabischen Ausgangsmeridiane:

Eine Auswertung von etwa 60 arabischen und persischen Quellen des 9. Bis 15. Jahrhunderts durch *E. S. Kennedy* und *M. H. Regier* ergab, daß etwa die Hälfte dieser Tafeln den ptolemäischen Ausgangsmeridian der *Insulae Fortunatae* verwendet. Die andere Hälfte zählt die Längen ab einem Meridian vom *'Westufer des umgebenden Meeres'* aus. Dabei handelt es sich wahrscheinlich um einen Meridian an der Westküste Afrikas. Das Mittel der Längenwerte für diese beiden Meridiane lag bei 34° bzw. 24° westlich von *Greenwich*. Die statistische Auswertung der Längenwerte der Tafeln zeigte jedoch starke Streuungen der Einzelergebnisse [KENNEDY und REGIER, 1985].

Ein Längenfehler von etwa 15° bei der Identifizierung des ptolemäischen Meridians, er liegt auf 19° westlich von *Greenwich*, ist schwer erklärlich. Legt man die in dieser Arbeit angeführte Gleichsetzung durch Übersetzungs- und Kopierfehler von *Arin* und *Ujjain* in *Indien* - 75°50' östlich von *Greenwich* - ohne Berücksichtigung der Längenfehler zugrunde so ergäbe sich als Meridian des äußersten Westens 14°10' westlich von *Greenwich*. Das läge zwar näher am ptolemäischen Meridian, würde aber 10° östlicher als der Meridian vom *'Westufer des umgebenden Meeres'* verlaufen.

Rechnet man allerdings, wie üblich, für den *'Meridian des äußersten Westens' Arin* mit 10° östlich von *Bagdad*, d.h. 54°26' östlich von *Greenwich* und den Meridian des *'äußersten Westens'* mit 90° Abstand von *Arin* im Westen, so ergibt sich für ihn die Länge von 35°34' westlich von *Greenwich*. Dieser Meridian wird auch in den 'Alfonsinischen Tafeln' bei *Erhard Radolt* als ein weiterer Ausgangsmeridian der Längenzählung angeführt. Er wird dort als 'occidens veru' (der wahre Westen) bezeichnet. Dieser Meridian liegt 17°30' 'ultra occidens habitatu' (jenseits des bewohnten Westens) und 90° westlich der am Äquator liegenden Stadt *Arin*. Diese teilte die Welt in 90°-Bereiche nach Ost und West. Durch Addition bzw. Subtraktion von 17°30' könne auf den ptolemäischen Meridian umgerechnet werden /RADOLT 1483/. Damit ist der oben als ptolemäisch angenommene Meridian von 34° westlich von *Greenwich* als Meridian des 'occidens veru' identifiziert. Der Längenunterschied zum 'occidens veru' nach *Erhard Radolt* beträgt nur 2°30'.

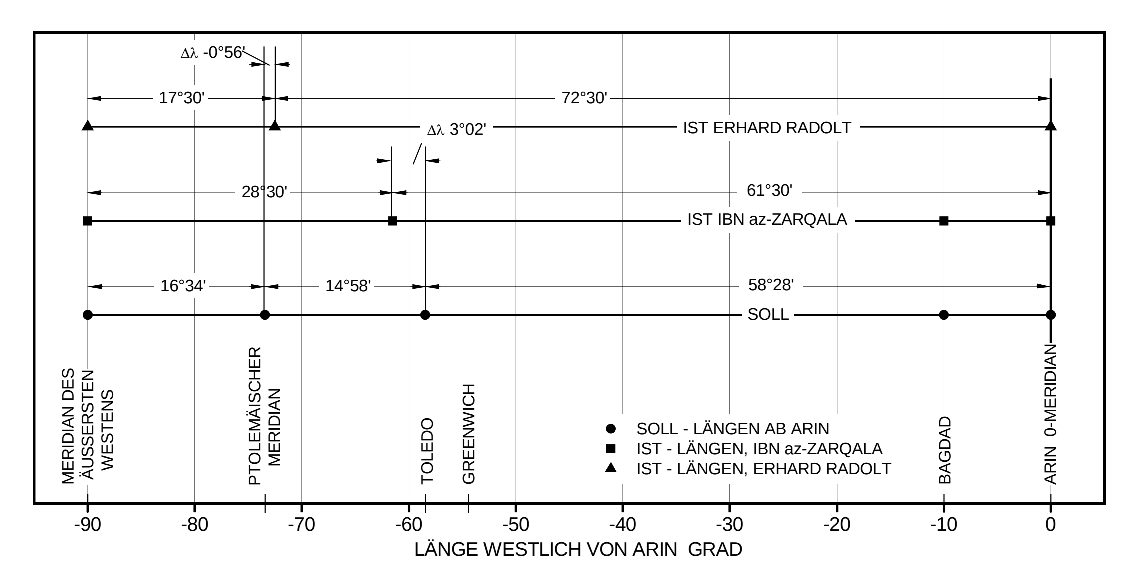


Abb. 4-4: Die Vorstellungen der arabischen Geographen über die Längenverhältnisse zwischen dem Atlantik und dem Ausgangsmeridian von *Arin*, 10° östlich von *Bagdad.*

Diese Erklärung zum arabischen Ausgangsmeridian der Längenzählung ist nur in dieser Ausgabe der 'Tabulæ Alfosinæ' zu finden. Der Meridian des 'occidens veru' ist aber nach *Sezgin* ein in der islamischen Geographie häufig verwendeter Ausgangsmeridian [SEZGIN 2001]. *Toledo* liegt in diesem System auf 28°30' Ost, was auch dem Längenwert dieser Stadt in den 'Tabulæ Alfonsinæ' von 11° östlich des ptolemäischen Meridians entspricht. Bei *Ptolemäus* liegt *Toledo* auf 10° Ost. Diese Vorstellungen von den Längenverhältnissen sind in Abbildung 4-4 den heutigen SOLL-Werten ab dem Ausgangmeridian von *Arin* gegenübergestellt. Die geringen Fehler zeigen den hohen Standard der damaligen arabischen Astronomie.

4.2.1 Die 'Alfonsinischen Tafeln'; Herausgeber *Erhard Radolt*, 1483

Titel: 'Alfontij regis castellae illustrissimi coelestium motuum tabulæ|, Anno salutis 1483' (Tafeln der Himmelsbewegungen des weitberühmten Königs Alfons von Kastilien).

Tabelle: ‹Tabula latitudinis et longitudinis ciuitatum ab occidente habitato› (Tafeln der Breite und Länge der Städte ab dem bewohnten Westen)

Die 1483 von *Erhard Radolt* herausgegebenen 'Alfonsinischen Tafeln', Erstausgabe 1480, [PESCHEL 1865, S. 351] weisen in der ‹Tabula latitudinis et longitudinis ciuitatum ab occidente habitato› 146 Einträge auf. Diese Tabelle ist, wie zahlreiche Ortspositionen in Deutschland und Österreich sowie ein Vermerk *Radolts* belegen, eine neuere und erweiterte Version des Originals.

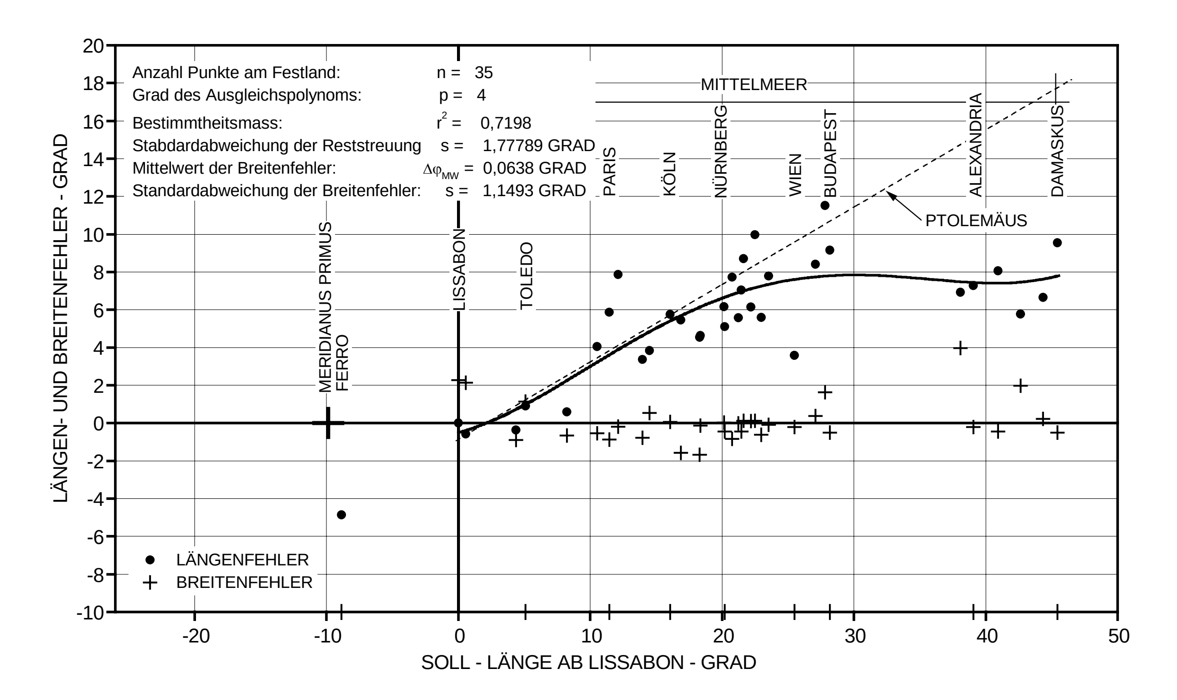


Abb. 4-5: Längen- und Breitenfehler der 'Alfonsinischen Tafeln' im Vergleich zu den Längenfehlern von *Ptolemäus.*

Ausgangsmeridian:

Meridian des *Ptolemäus*, der *Insulae Fortunatae* (*Kanarische Inseln*), 19° westlich von *Greenwich* und 72°30' westlich von *Arin*. Die *Insulae Fortunatae* sind in der Tabelle an erster Stelle aber ohne Positionsangaben angeführt. *Lissabon* liegt jedoch mit 5° nahe bei dem Wert des *Ptolemäus* von 5°10'. Dieser Meridian 'ab loco extremo habitationis' (ab dem entferntesten bewohnten Ort) ist festgelegt durch den Abstand von 72°30' von der am Äquator liegenden Stadt *Arin*, die wiederum genau 10° östlich von *Bagdad* und 90° 'ab oriente' angenommen wurde. Die letzte Seite der Tabelle ‹Tabula latitudinis et longitudinis ciuitatum ab occidente habitato› mit dem nur in dieser Ausgabe enthaltenen Hinweis auf die Ausgangsmeridiane der islamischen Geographen zeigt Reproduktion 4-3 in Anhang. Durch die Längenkorrektur im östlichen Untersuchungsbereich liegt *Alexandria* nur noch bei 51°20' statt der ptolemäischen 60°30' und dient damit nicht mehr zur Festlegung des Ausgangsmeridians.

Verlauf der Längenfehler, bezogen auf *Lissabon*:

Längenfehler im Atlantik

Zwischen Ferro, 1° östlich des ptolemäischen Ausgangsmeridians und *Lissabon*: -5°01'

Längenfehler am Festland:

Der westliche Teil der Koordinaten zwischen *Lissabon* und *Budapest* entspricht in seinen Längenfehlern grob jenen des *Ptolemäus*. Für die sechs identifizierten Punkte des östlichen Mittelmeerraums, zwischen *Istanbul* und *Damaskus*, wurden jedoch die auf *al-Huwarizmi* zurückgehenden Werte verwendet. Der Längenunterschied zwischen *Nürnberg* und *Damaskus* wird erstmals in der richtigen Größenordnung dargestellt, wenn auch die Reststreuung der Längenfehler um das Ausgleichspolynom größer ist als bei *Ptolemäus*. Die Standardabweichung der Breitenfehler um den Mittelwert entspricht etwa jener bei *Ptolemäus*. Den Verlauf der Längenfehler zeigt die Abbildung 4-5, den der Längenwerte Abbildung 4-6.

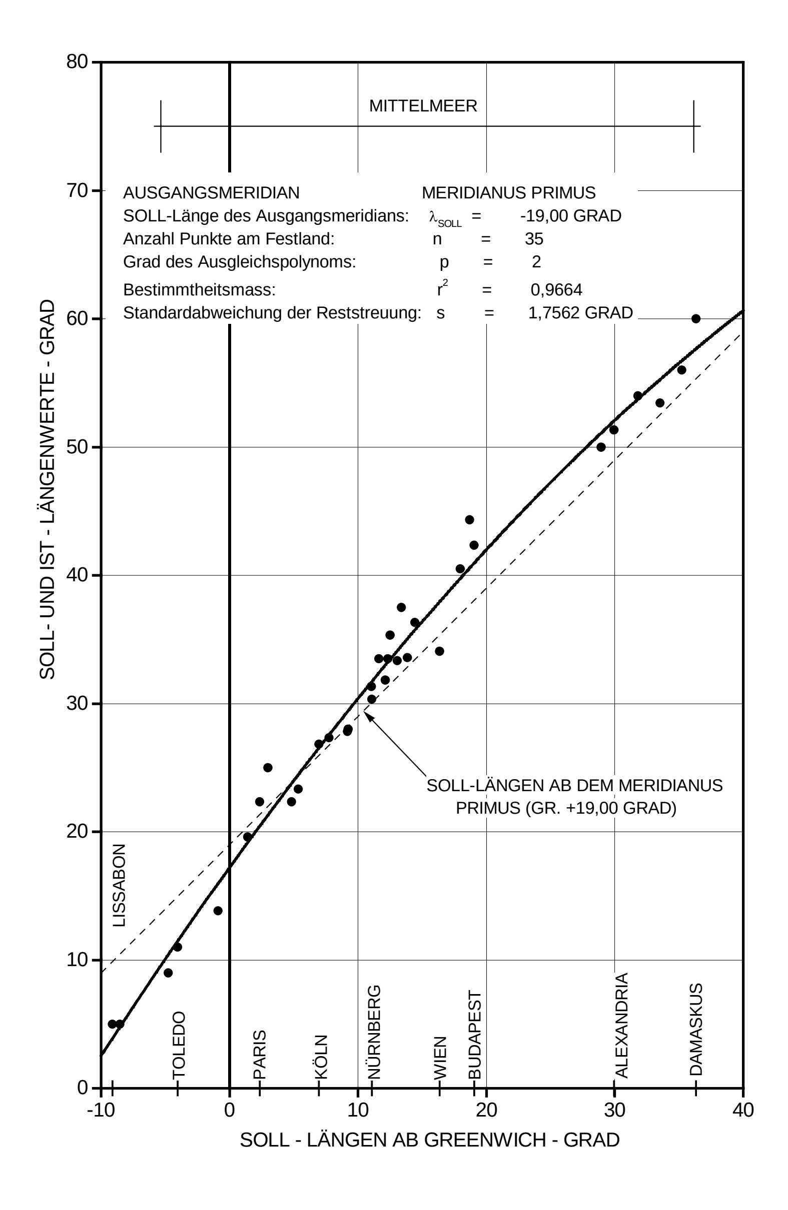


Abb. 4-6: Verlauf der Längenwerte der 'Alfonsinischen Tafeln' ab dem ptolemäischen Ausgangsmeridian, Herausgeber *Erhard Radolt*, 1483.

Untersuchungsergebnisse der Tabelle:

Ausgangsmeridian: Meridian des *Ptolemäus*, 1° westlich des Zentrums von *Ferro*, 19° westlich von *Greenwich* und 72°30' westlich von *Arin*. Die *Insulae Fortunatae* sind in der Tabelle an erster Stelle aber ohne Positionsangaben angeführt. *Alexandria* liegt bei 51°20' Ost.

Länge der Mittelmeerachse zwischen *Ceuta* und *Damaskus:* 52°

4.2.2 Die 'Alfonsinischen Tafeln'; Herausgeber *Peter Liechtenstein*, 1518

Titel: 'Tabule Astronomice Diui Alfonsi | Regis Romanorum et Castelle:› | ... | Ex officina litteraria Petri liechtenstein. | Anno 1518 Neetijs | Cum priuilegio'

Tabelle: ‹Tabula Regionum Prouinciarum et ciuitatum insigniore Europe ...›

Die Positionstabelle von Liechtenstein ist mit jener *Radolts* identisch (Vergleich der Tabellen 4-2-1 und 4-2-2 auf der CD 'Auswertungen'). Eine weitere Untersuchung wurde daher nicht durchgeführt. Das Titelblatt und die erste Seite der 'Alfonsinischen Tafeln' Liechtensteins sind in den Reproduktionen 4-4 und 4-5 in Anhang dargestellt.

Untersuchungsergebnisse der Tabelle:

Ausgangsmeridian: Meridian des *Ptolemäus*, 1° westlich des Zentrums von *Ferro*. In der ‹Tabula longitudinis et latidudinis ciuitatum ab occidente habitato› sind die *Insulae Fortunatae*, wie bei *Radolt*, in der Tabelle an erster Stelle aber ohne Positionsangaben angeführt.

Länge der Mittelmeerachse zwischen *Ceuta* und *Damaskus:* 52°

4.3 Die ersten Korrekturen am ptolemäischen System

Zu Ende des 15. Jahrhunderts wurden die Mängel der ptolemäischen Ortspositionen offensichtlich, und es erfolgten graduelle Verbesserungen in neu in die Atlanten aufgenommenen Karten, die sogenannten 'Tabulae modernae'. Auch wurden in diese Karten neue Orte eingefügt und moderne Ortsbezeichnungen übernommen. Die große Autorität von *Ptolemäus* erlaubte es aber offenbar nicht, sein Koordinatenverzeichnis zu korrigieren. Neue Koordinatenverzeichnisse wurden daher mit modernen Ortsbezeichnungen und den Verhältnissen angepaßter Ortsauswahl außerhalb der Ptolemäus-Atlanten veröffentlicht. Nach *Rüdiger Finsterwalder* stammen die wichtigsten dieser Koordinatenverzeichnisse von *Johann Schöner* (1477-1547), 1515, *Johann Stöffler* (1452-1531), 1518 und *Peter Apian* (1495-1552), 1524 sowie von *Gemma Frisius* (1508-1555), 1530. Charakteristisch für diese Tabellen ist jedoch, daß sie grundsätzlich am ptolemäischen Positionsgerüst festhalten [FINSTERWALDER 1997].

4.3.1 *Martin Waldseemüller,* die Weltkarten von 1507 und 1516

Titel: -Weltkarte <Universalis Cosmographia> 1507

-Weltkarte <Carta Marina Navigatoria> 1516

Martin Waldseemüller, Ilacomilus (um 1470-1518/1521) gilt als der bedeutendste Kartograph und Kosmograph seiner Zeit. Ab etwa 1505 arbeitete er an einer Neuauflage der 'Geographia' des *Cl. Ptolemäus,* die aber erst 1513 erschien, nachdem *Waldseemüller* als Bearbeiter bereits ausgeschieden war. Diese wichtige Ptolemäus-Ausgabe enthält neben dem alten Teil gleichrangig und mit Titelblatt einen Teil mit 20 'Tabulae Modernae', den *A. E. Nordenskiöld* als den ersten modernen Atlas bezeichnete. Die beiden großen Holzschnitt-Weltkarten *Waldseemüllers* erschienen 1507 und 1516.

4.3.1.1 Die Weltkarte <Universalis Cosmographia> von 1507

Die Weltkarte <Universalis Cosmograpia> auf 12 Blättern (236 x 132 cm) steht hinsichtlich der Darstellung Europas noch ganz unter dem Einfluß von *Ptolemäus*. In diese Karte sind zahlreiche zusätzliche Informationen aus den Tabulae Modernae des Ulmer Ptolemäus von 1486 sowie verschiedener anderer kartographischer Erzeugnisse eingearbeitet. In dieser Karte wird auch erstmals, beschränkt auf eine südamerikanische Region, der Begriff 'Amerika' verwendet.

Ausgangsmeridian:

Der Ausgangsmeridian der Karte geht über die Insel *Porto Santo* bei *Madeira*. Der Meridian verläuft etwa 45' westlich von *Palma* bzw. 2°15' westlich von *Ferro*, *Punta Orchilla*, der *Kanaren*. *San Michael* liegt 2° und *Santa Maria* (*Azoren*) 2°30' westlich des Meridians. Den Kartenausschnitt mit dem über *Porto Santo* verlaufenden Meridian 360° zeigt Reproduktion 4-6 im Anhang.

Verlauf der Längenfehler, bezogen auf *Lissabon*:

Längenfehler im Atlantik:

Zwischen den Meridianen von *Porto Santo* und *Lissabon*: -2°02'
Zwischen den Meridianen von *Ferro* und *Lissabon*: -6°06'

Längenfehler am Festland:

Die Karte ist am Festland weitgehend von *Ptolemäus* abhängig, wie die fast identischen Längenwerte von *Lissabon* 5°10', *Gibraltar* 8° und *Alexandria* 60°40' zeigen. Eine weitere Auswertung der Karte erfolgte nicht, da sie keine neuen Informationen enthält. Einige Längenwerte dieser Karte zeigt Tabelle 4-3-1-1 auf der CD 'Auswertungen'

Untersuchungsergebnisse der Karte:

Ausgangsmeridian: ptolemäischer Meridian durch das Zentrum von *Porto Santo* 16°20' westlich von *Greenwich*, *Alexandria* liegt auf 60°40' Ost.

Länge der Mittelmeerachse zwischen *Gibraltar* und *Alexandretta*: 61°20'

Abbildungsmethode: modifizierter Netzentwurf nach *Ptolemäus*

Äquatormaßstab: ca. 1 : 15 Millionen

4.3.1.2 Die Weltkarte <Carta Marina Navigatoria> von 1516

Die <Carta Marina Navigatoria> erschien wie die Weltkarte von 1507 ebenfalls als Holzschnitt und auf 12 Blättern im Format 248x134 cm im Jahre 1516. *Waldseemüller* verarbeitete in ihr eine ganze Reihe von neueren Informationen und löste sich in der Konzeption weitgehend von *Ptolemäus*. Der Begriff Amerika ist in dieser Karte durch die neutrale Bezeichnung 'Terra Nova' ersetzt [WAWRIK 1986, S. 868].

Diese Karte zeigt gegenüber der bereits 1507 erschienenen Weltkarte und auch gegenüber allen bekannten vorher erschienen Karten eine radikale Änderung der Längenverhältnisse im Mittelmeergebiet. Daß dies bisher kaum bemerkt wurde, rührt wahrscheinlich daher, daß diese Karte nur in einem Exemplar erhalten ist und daß die 12 Blätter sehr stark beschnitten sind. Es ist auch schwierig das Gradnetz, das gelegentlich auch nur sehr schwach eingezeichnet ist, zu erkennen.

Ausgangsmeridian:

Der Ausgangsmeridian geht wie bei der Karte 'Universalis Cosmographia' durch Porto Santo, ist jedoch schwierig zu bestimmen, da die Insel gerade an einem Blattschnitt liegt.

Verlauf der Längenfehler, bezogen auf *Lissabon*:

Längenfehler im Atlantik:

Zwischen den Meridianen von *Porto Santo* und *Lissabon*: 28'
Zwischen den Meridianen von *Ferro* und *Lissabon*: -2°16'

Längenfehler am Festland:

Bei dem Entwurf dieser Karte verkürzte *Waldseemüller* die Länge der Mittelmeerachse von den früher von ihm verwendeten 61°20' auf 35°30', also um 42%. Diese Kürzung ist so stark, daß er damit die Länge der Mittelmeerachse um etwa 6°30' unterschätzte. Im Verlauf dieser Untersuchung ist dies der einzige Fall in dem eine nennenswerte Verkürzung dieser Achse unter ihren SOLL-Wert gefunden wurde. Das zeigt, daß diese Karte trotz des guten Rufs von *Waldseemüller* keinen großen Einfluß auf die zeitgenössische Kartographie ausübte. Den Fehlerverlauf dieser Karte zeigt Abbildung 4-7. Hier handelt es sich um eine außerordentliche Modifikation der bis dahin gültigen Ansichten über die europäischen Längenverhältnisse. Um diesen Unterschied klar zu zeigen, ist in dem Diagramm noch zusätzlich das Ausgleichspolynom des Fehlerverlaufs der Tabellen des ptolemäischen ‹Codex Latinus Valencianus› eingetragen.

Während bis 1516 alle bekannten Karten und Tabellen - auch die 'Alfonsinischen Tafeln' - zwischen *Lissabon* und *Köln* einen positiven Längenfehler in der Größenordnung von 5° bis 6° aufweisen, ist dieser Fehler bei *Waldseemüller* negativ; er unterschätzte also die Längen. Zwischen *Köln* und *Jerusalem* ändert sich aber das Bild. In diesem Bereich werden die Längen wie auch in den 'Alfonsinischen Tafeln' größenordnungsmäßig richtig dargestellt. In Abbildung 4-8 sind die auf *Köln* bezogenen IST-Längenwerte von *Ptolemäus*, der 'Alfonsinischen Tafeln' und die Längenwerte *Waldseemüllers* für den östlichen Bereich der Untersuchung zusammen mit dem Verlauf der SOLL-Längen eingetragen. Die beiden letzteren Ausgleichspolynome - ihre Steigungen betragen 0,97 und 1,05 - zeigen kaum Abweichungen vom SOLL-Längenverlauf mit der Stei

gung 1,00. Die IST-Längenwerte des *Ptolemäus* weisen dagegen mit einer Steigung von 1,42 den üblichen steilen Verlauf auf. Für diesen Teil der Karte waren also die 'Alfonsinischen Tafeln' *Radolts* oder deren Vorläufer die Quelle *Waldseemüllers*. Daß diese Tafeln auch damals noch in Gebrauch waren, zeigt *Peter Liechtensteins* Ausgabe der Tafeln von 1518. Den Kartenausschnitt der <Carta Marina Navigatoria> mit dem Ost-Ende des Mittelmeers und *Alexandretta* auf 45°10' östlicher Länge von *Porto Santo* zeigt die Reproduktion 4-7 im Anhang.

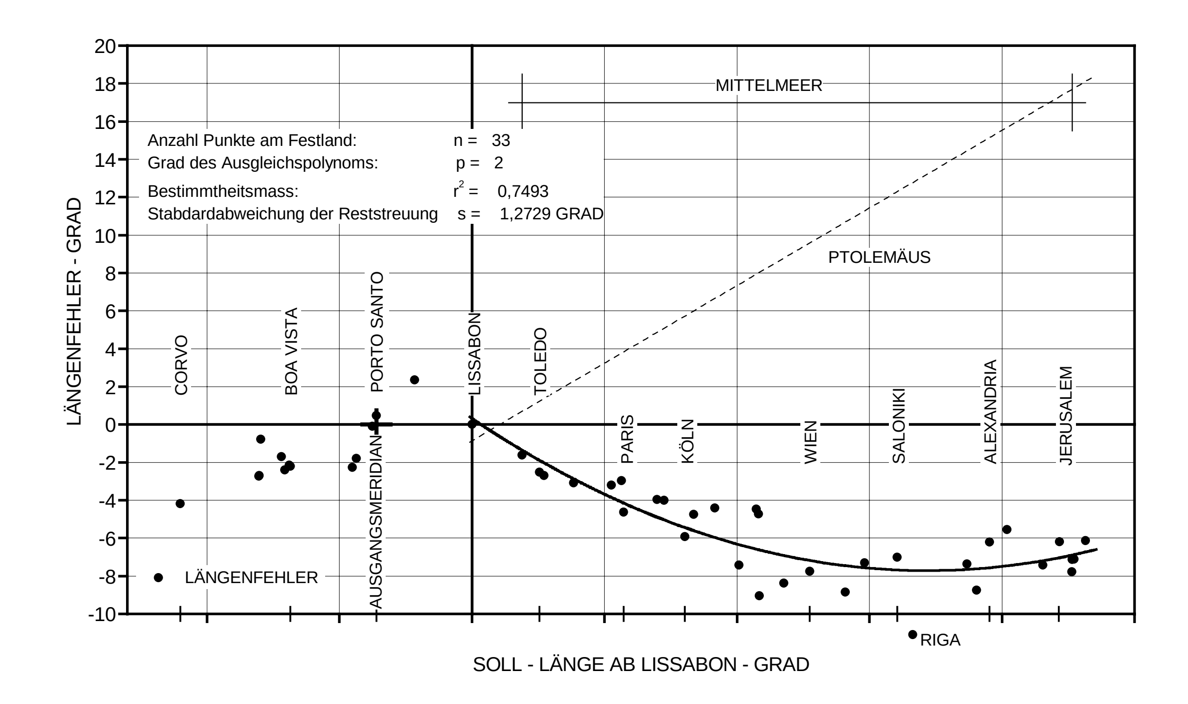


Abb. 4-7: Verlauf der Längenfehler in der <Carta Marina Navigatoria> von *M. Waldseemüller*, 1516, im Vergleich zu *Ptolemäus*.

Untersuchungsergebnisse der Karte:

Ausgangsmeridian: Ptolemäischer Meridian durch das Zentrum von *Porto Santo* 16°20' westlich von *Greenwich*, *Alexandria* liegt jedoch auf 40°30' Ost.

Länge der Mittelmeerachse zwischen *Gibraltar* und *Alexandretta*: 35°20'

Abbildungsmethode: quadratische Plattkarte

Äquatormaßstab: 1 : 12 Millionen

4.3.2 *Johannes Ruysch*; Weltkarte ca. 1508

Titel: «Vni-| versalior | Cogniti Orbis | Tabvla. | .Ex Recen- | tibvs confecta Observationi- | bus». um 1508

Obwohl *Johannes Ruysch* einer alten niederländischen Adelsfamilie entstammt, sind von ihm fast keine biographischen Daten bekannt. Aus dem Kartentext geht nur hervor, daß er von Süd-England aus eine Reise zur amerikanischen Ost-Küste unternahm, und aus der Karte kann auf eine gewisse Bildung und Praxis als Seemann geschlossen werden. Im Inhaltsverzeichnis der Ptolemäusausgabe, in welcher die Karte eingebunden war, ist sie unter: \Nova universalior Orbis cogniti tabula Ioa. Ruysch Germano elaborata. ... Anno Virginei Partus, MDVIII. Rome\ angeführt.

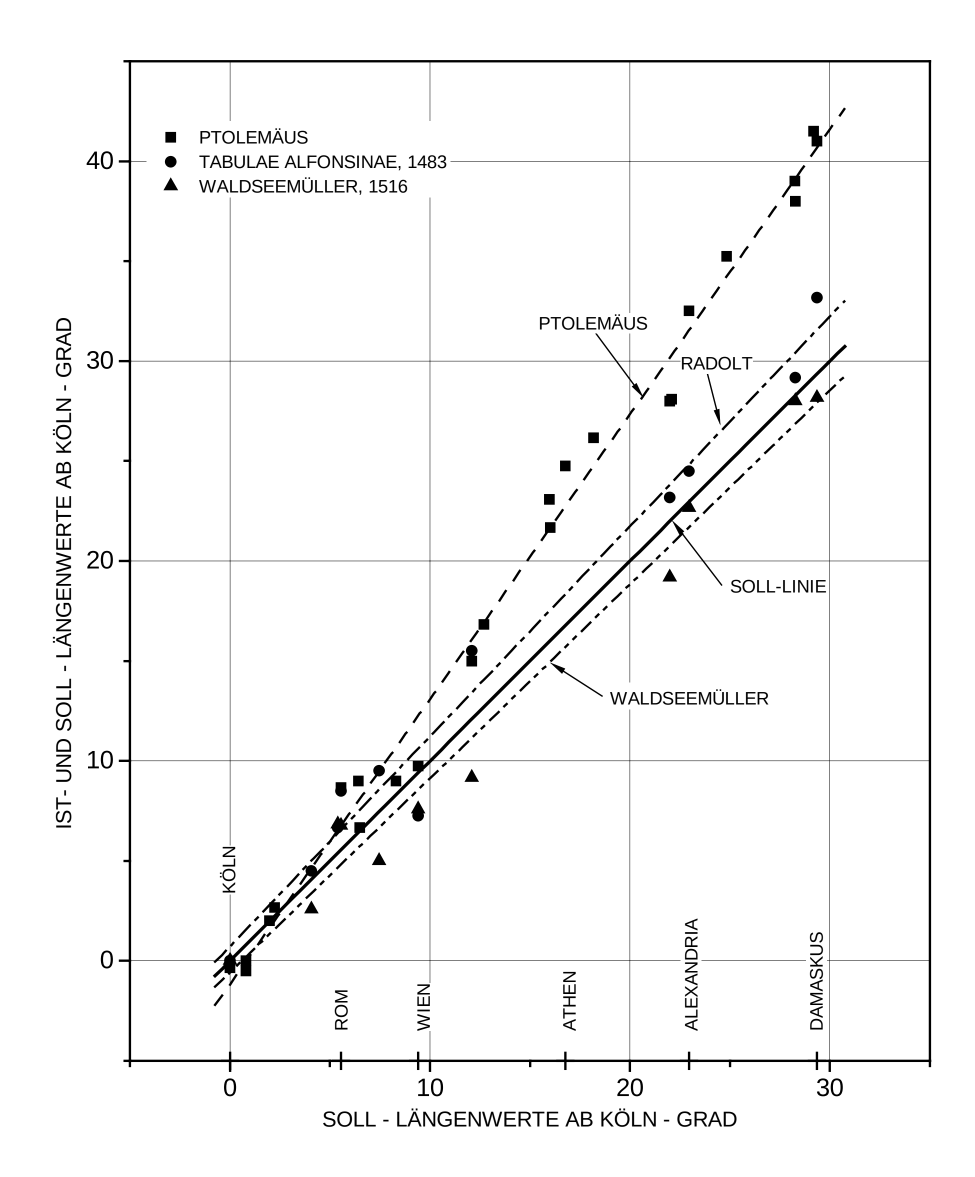


Abb. 4-8: Vergleich des Längenverlaufes zwischen *Köln* und *Damaskus* bei *Ptolemäus*, in den 'Alfonsinischen Tafeln' 1483 und in der <Carta Marina Navigatoria> von *M. Waldseemüller*, 1516.

Die Karte befindet sich in der römischen Ptolemäusausgabe von *Evangelista Tosinus* (tätig 1507/1508) aus dem Jahre 1508 und stellt nach Ansicht *Nordenskiölds* einen Markstein in der Entwicklung des Erdbildes beider Hemisphären dar. Die Karte muß knapp vor ihrem Erscheinen fertiggestellt worden sein, da eine Legende eine Expedition von 1507 erwähnt. Wie bei den Karten in der Tradition des *Ptolemäus* zur damaligen Zeit öfters zu finden, sind keine Orte sondern nur Länder bzw. Gebiete oder Inselgruppen als Ganzes bezeichnet. Charakteristische Küstenverläufe oder Flußmündungen erlauben trotzdem die Identifikation einer beschränkten Anzahl von Positionen.

Die Karte verzeichnet erstmals die Entdeckungen der Portugiesen und in geringerem Umfang jene der Spanier. Die Darstellung Amerikas geht, wie in einer Legende erwähnt, auf einen Kontakt mit einem 'Nepos' (Nachkommen) von *Columbus* (1451-1506)- wahrscheinlich *Fernando* oder *Bartholomäus* - zurück.

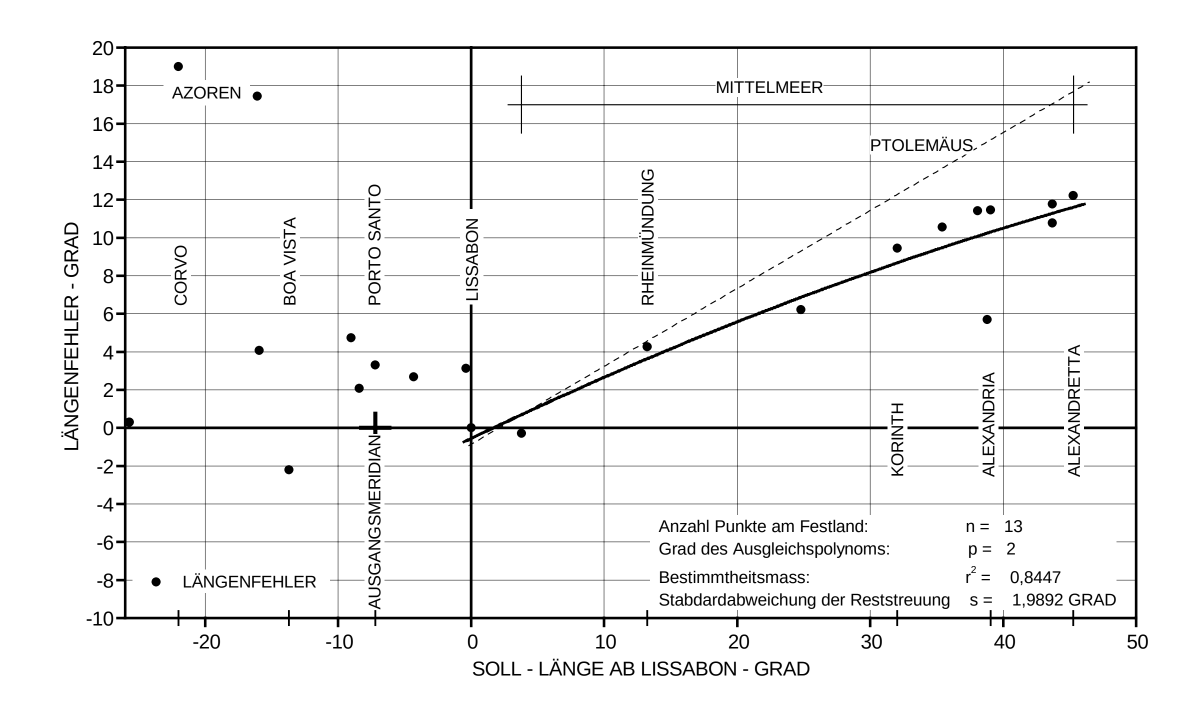


Abb. 4-9: Verlauf der Längenfehler der Weltkarte von *Johannes Ruysch*, 1507, Vergleich mit dem Ausgleichspolynom von *Cl. Ptolemäus*, ‹Codex Latinus Valencianus›.

Ausgangsmeridian:

Der Meridian 360° verläuft am Ost-Rand der Insel *'Porto Sancto'* bei *Madeira*, berührt aber auch das *Kap Verde*, so daß eine eindeutige Entscheidung über den beabsichtigten Ausgangsmeridian nicht möglich ist. Die Wahrscheinlichkeit spricht aber für *Porto Santo*, das gleichzeitig auch von *Waldseemüller* als Ausgangsmeridian verwendet wurde.

Kartennetzentwurf:

Die Abbildungsmethode läßt sich am besten als eine fächerartige Variante des postelschen äquidistanten oder des 1. ptolemäischen polständigen Netzentwurfs mit geradlinigen Meridianen beschreiben. Die Länge des Meridiangrads wird dem des Äquatorgrads gleichgesetzt. Der Spitzenwinkel am Nord-Pol der Karte verringert sich dadurch von 360° auf 229°. Der Radius der Karte vom Nordpol bis 38° Süd beträgt ca. 262 mm.

Verlauf der Längenfehler, bezogen auf *Lissabon*:

Längenfehler im Atlantik:

Zwischen den Meridianen von *Porto Santo* und *Lissabon*: 3°18'
Zwischen den Meridianen von *Ferro* und *Lissabon*: 4°44'

Längenfehler am Festland:

Die Länge der Mittelmeerachse wird - wie schon von *Max Eckert* erwähnt - zurückgenommen und beträgt nur noch 54°30', an der Südwest-Küste Syriens etwa 51°. *Ruysch* stützte sich dabei auf Portulane, die diese Änderungen gegenüber *Ptolemäus* schon vor längerer Zeit zeigten. In Afrika wird die Darstellung der Nord-Küste stark verbessert und die geographische Breite der Südspitze erstmals annähernd richtig dargestellt. Auch die Umrisse Indiens wurden stark verbessert und die Darstellung Schottlands löste sich von den groben ptolemäischen Fehlern [NORDENSKIÖLD 1889, S. 18 und 63-67; ECKERT 1921, S. 358].

Die Abbildung 4-9 zeigt die Längenfehler der Karte *Ruyschs* im Vergleich zu *Ptolemäus*. Die Verbesserung gegenüber *Ptolemäus* ist klar zu erkennen; der Längenfehler am Ost-Ende des Mittelmeers beträgt mit nur noch 13°, etwas mehr als später bei *Mercator*.

Untersuchungsergebnisse der Karte:

Ausgangsmeridian: Ptolemäischer Meridian über die Ost-Rand von *Porto Santo* 16°20' westlich von *Greenwich*, *Alexandria* liegt trotz der Verkürzung der Achse des Mittelmeers auf 61° Ost.

Länge der Mittelmeerachse zwischen *Gibraltar* und *Alexandretta*: ca. 54°30'

Abbildungsmethode: Variante des postelschen äquidistanten oder des 1. ptolemäischen polständigen Netzentwurfs mit geradlinigen Meridianen

Äquatormaßstab: 1 : 55 Millionen

4.3.3 *Johann Stöffler*; Tabelle 1518

Titel: 'Calendarium Romanum magnum', 1518

Tabelle: ‹Abacus Regionvm | Prin | cipatu | Ducatu | Satrapiarum | ... | per totam ferme Europam›

Johann Stöffler (1452-1531) lehrte an der an der Universität *Tübingen* Mathematik. Seine Ephemeriden und die Positionstabelle sind daher auch auf den Meridian von *Tübingen* bezogen. Diese Tabelle enthält die Positionen von 422 europäischen Orten und war nicht für die Herstellung von Karten bestimmt. Die Längenwerte sind in Stunden und Minuten angegeben, die Breiten sind auf ganze Grade abgerundet.

Ausgangsmeridian:

In der Tabelle wird der Ausgangsmeridian nicht erwähnt. Vier Orte, *Tübingen, Konstanz, Stuttgart* und *Reutlingen* sind mit der Länge $0^h0'$ angeführt, doch ist sicher, daß *Stöffler* den Meridian seiner Heimatstadt als Ausgangslinie für die Längenzählung verwendete. Außerdem vermerkte er in der Tabelle bei *Tübingen* : 'Tubinga Studio vniuersali decorata florentissimo' (*Tübinger* Wissenschaft umfassend und glänzendst ausgestattet).

Verlauf der Längenfehler, bezogen auf *Lissabon*:

Längenfehler des Ausgangsmeridians Tübingen:

Zwischen den Meridianen von *Tübingen* und *Lissabon*: 6°33'

Längenfehler am Festland:

Der Verlauf der Längenfehler entspricht jenem von *Ptolemäus*.

Untersuchungsergebnisse der Tabelle:

Ausgangsmeridian: *Tübingen*

Länge der Mittelmeerachse: nicht feststellbar da die Tabelle nur Positionen in Europa enthält.

4.3.4 *Peter Apian*; geographische Tabelle im ‹Cosmographicus Liber›, 1524 (Erstausgabe) und 1553,

Titel: - 'Cosmographicus liber a Petro Apiano Mathematico 1524' (lt. Katalog, Titelseite fehlt).

Tabelle 1524: Titel wie Ausgabe 1553, doch ohne 'Additis ex Ptolemaeo et | aliis Cosmographis, desideratis aliquot locis, * notatis.'

- 'Cosmographia | Petri Apiani, per Gemman Frisium | apud Louanienses Medicum & Mathematicum insignem, | iam demum ab omnibus vindicata mendis, ac non- | nullis quoque locis aucta. Additis eiusdem ar- | gumenti libellis ipsius Gemmae Frsij | MDLIII'

Tabelle 1553: ‹De Abaco, hoc est, parti= | culari seu radicali Orbis descriptione. | Capvt .V. | Abacus siue particularis enumeratio Regio- | num, Prouinciarum, Satrapiarum, Duca- | tuum ... | ... | cum eorundem gradibus tam longitudinis | quàm latitudinis: Additis ex Ptolemaeo et | aliis Cosmographis, desideratis aliquot locis, * notatis› (Über den Abakus mit einer Beschreibung des Erdkreises im Detail und ganz genau. Kapitel V. Abakus oder die genaue Aufzählung der Landstriche, Provinzen, Statthalterschaften, Herzogtümer | ... | und deren Graden sowohl der Länge als auch Breite nach: hinzugefügt aus den Schriften des *Ptolemäus* und anderen Kosmographen, an mehreren geeigneten Orten mit * gekennzeichnet).

Peter Apian (*Bienewitz*, 1495-1552) studierte in *Leipzig* und *Wien* Mathematik und Astronomie. Von 1527 bis zu seinem Tod wirkte er als Professor für Mathematik an der bayerischen Landesuniversität in *Ingolstadt*. Der von ihm 1524 erstmals herausgegebene 'Cosmographicus Liber' enthält 1417 Orte mit ihren Längen und Breiten, die mit einer Genauigkeit von 1' angeführt sind. Das Buch erlebte 10 Auflagen und wurde in mehrere europäische Sprachen übersetzt [FINSTERWALDER 1986, S. 21]. Wie bei *Stöffler* entsprechen die Ortspositionen weitgehend dem ptolemäischen System, doch wurden von *Apian* auch zahlreiche Verbesserungen eingearbeitet, die im Bereich Mitteleuropas zu niedrigeren Längenwerten als bei *Ptolemäus* führten. Nach *Oscar Peschel* rechnete *Apian* mit einer Länge des Meridiangrads von 60 römischen Meilen [PESCHEL 1865, S. 353]. Dies entsprach einem Erdumfang von nur 32.000 km. Die Titelseite der Ausgabe von 1553 und die Seite der Tabelle mit den *Kanarischen Inseln* zeigen die Reproduktionen 4-8 und 4-9 im Anhang.

Die beiden Tabellen von 1524 und 1553 sind inhaltlich weitgehend gleich, doch zeigt die Erstausgabe mehrere Setzfehler, die in der späteren Ausgabe korrigiert sind. Mit Ausnahme des Wertes von *Antiochia* liegen die meisten Korrekturen unter 20'. Es wurde daher nur die Tabelle von 1553 ausgewertet.

Ausgangsmeridian:

Meridian des *Ptolemäus*, 1° westlich der *Insulae Fortunatae* (*Kanarische Inseln*) und 60°30' westlich von *Alexandria*. Zum Ausgangsmeridian schreibt *Apian*: 'Longitudo loci (vernero alludente) est æquato | ris siue aequinoctialis circuli segmentum, Meri- | diano eiusdem loci, & Fortunatarum insularum | meridiano, comprehensum. Quia veteres | ... | posuerunt primum longitudinis gradum | in occidente, hoc est, Fortunatis insulis, quae nunc Canariæ ap- | pelantur: deinde secundum numerorum successum ...' (Die Länge eines Ortes ist zu verstehen als jenes Kreissegment des Äquators oder der Linie der Tag- und Nachtgleiche, das vom Meridian jenes Ortes und dem Meridian der *Fortunatae Insulae* eingeschlossen wird. Deshalb haben auch die Alten | ... | den ersten Grad der Länge in den Westen verlegt, das heißt auf die *Fortunatae Insulae*, die nun *Kanarische Inseln* genannt werden: hierauf sind weitere zahlreiche gefolgt ...). Alle 6 in der Tabelle angeführten Inseln der *Kanaren* liegen zwischen 10°30' und 16° Nord und auf der Länge 1° Ost.

Verlauf der Längenfehler, bezogen auf *Lissabon*:

Längenfehler im Atlantik:

Zwischen den Meridianen von *Ferro* und *Lissabon*: -5°43'

Längenfehler am Festland:

Wie Abbildung 4-10 zeigt, übernimmt *Apian* am Festland - mit Ausnahme der Korrekturen für Mitteleuropa - weitgehend die Vorstellungen von *Ptolemäus*.

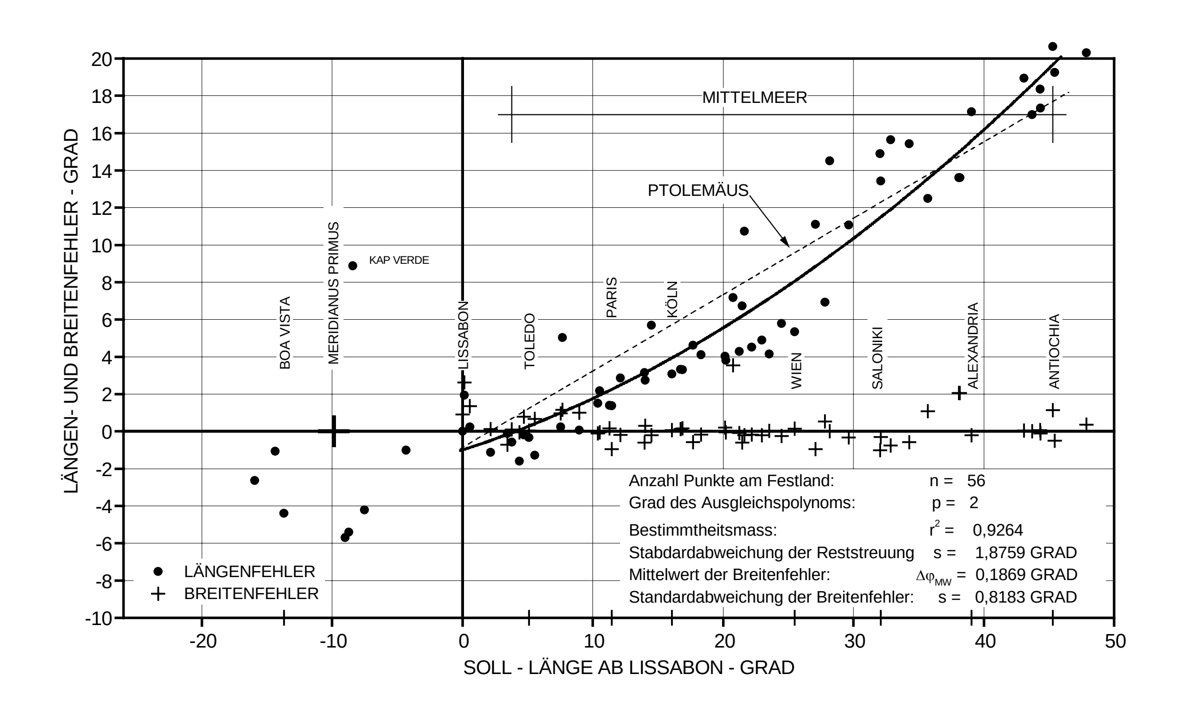


Abb. 4-10: Verlauf der Längen- und Breitenfehler in der 'Cosmographia' von *P. Apianus,* 1524, in der Ausgabe von 1553 im Vergleich zu *Cl. Ptolemäus.*

Untersuchungsergebnisse der Tabelle von 1553:

Ausgangsmeridian: Meridian des *Ptolemäus,* 1° westlich der *Insulae Fortunatae,* 19° westlich von *Greenwich*
Länge der Mittelmeerachse zwischen *Gibraltar* und *Antiochia:* 62°45'.

4.3.5 *Gemma Frisius;* Tabelle 1530

Titel: 'Gemmae Phry- | sij Medici ac mathematici | De principiis Astronomiae et Cosmographiae | ... Lutetiae | Apud Gulielmum Cauellat, in pingui gal- | lina, ex aduerso Collegij Cameracensis. | 1557. | Cum Priuilegio Regis. | ... | Vale, Ex Antuerpia, XVII. | Kalend. Octobris | M. D. XXX.' (Gemma Frisius, Arzt und Mathematiker, über die Grundlagen der Astronomie und Kosmographie, | ... | *Paris* ...)

Tabelle: ‹Tabella Civitatvm› (Tabelle der Städte)

Gemma Frisius (*Reinerszoon* 1508-1555) studierte an der Universität *Löwen* und arbeitete später in *Löwen* und *Brüssel* als Mathematiker, Astronom und Kartograph. Das 1530 herausgegebene Buch 'De principiis Astronomiae et Cosmographiae' enthält unter dem Titel ‹Tabella Civitatvm› eine Positionstabelle mit ca. 120 Orten. Diese Tabelle hängt stark von *Peter Apians* 'Cosmographicus Liber' ab, der aber wesentlich umfangreicher ist. Sein bekanntester Schüler auf dem Gebiet der Mathematik und Geometrie war *Gerhard Mercator*, der von ihm auch 1535 beim Bau eines Erdglobus beschäftigt wurde [KISH 1986, S. 255].

Ausgangsmeridian:

Es handelt sich um den Meridian des *Ptolemäus*, 1° westlich der *Insulae Fortunatae* (*Kanarische Inseln*) und 60°30' westlich von *Alexandria*. Am Anfang der ‹Tabella Civitatvm› (Tabelle der Städte) ist dazu vermerkt: 'Cuius numeri virgulam praecedentes longitudinis ab insulis fortunatis significant' (Die Zahlen vor dem Strich sind die Längen ab den *Kanarischen Inseln*)

Verlauf der Längenfehler; bezogen auf *Lissabon*:

Längenfehler im Atlantik:

Zwischen den Meridianen von *Ferro* und *Lissabon*: -4°42'

Längenfehler am Festland:

Die Tabelle hängt stark von *P. Apian* ab und steht noch ganz in der ptolemäischen Tradition

Untersuchungsergebnisse der Tabelle:

Ausgangsmeridian: Meridian des *Ptolemäus*, 1° westlich der *Insulae Fortunatae*, 19° westlich von *Greenwich*

Länge der Mittelmeerachse: da weder *Gibraltar* noch *Ceuta* in der Tabelle aufscheinen, läßt sich die Länge der Mittelmeerachse nur durch Vergleiche ermitteln. Die Längen von *Lissabon* (5°10'), *Alexandria* (60°30') und Damaskus (69°) sind bei *Gemma Frisius* und *Ptolemäus* identisch. Daher muß auch die Länge der Mittelmeerachse mit etwa 62° identisch sein.

4.3.6 *Gerard de Jode*; Atlanten 1578 und 1593

Titel: - 'Speculum | Orbis | Terrarum' 1578

- 'Speculum | Orbis | Terrae' 1593.

Gerard de Jode (1509-1591) lebte in *Antwerpen* und betätigte sich als Kupferstecher, Kartenhändler und Verleger. Ab 1555 gab er lose Kartenblätter heraus, da ihn das Privileg von *Abraham Ortelius* (1527-1598) für die Herausgabe eines Weltatlas bis 1578 daran hinderte, das 'Speculum' auf den Markt zu bringen. Wegen der starken Konkurrenz des 'Theatrum Orbis Terrarum' von *Ortelius* wurde es dann aber kein geschäftlicher Erfolg. Nach dem Tod *Gerard de Jodes* wurde das 'Speculum' erweitert und mit zum Teil überarbeiteten Karten von seiner Witwe und seinem Sohn *Cornelis* (1568-1600) im Jahre 1593 neu herausgegeben [SCHILDER 1986b]. Die Karten *Gerard de Jodes* beruhen noch auf den ptolemäischen Positionsangaben und zeigen noch nicht die bei den gleichzeitigen niederländischen Atlanten bereits eingearbeiteten Verbesserungen *Gerhard Mercators*.

4.3.6.1 Atlas 'Speculum | Orbis | Terrarum' 1578

Die Widmung nach dem Titelblatt an: 'Illustrissimo D. Philippo | Comite de Lalain, Gvberna- | tori Hannoniae, et Exercitus Belgici Duci supremo etc. ... ' (Dem sehr berühmten Herrn *Philipp, Graf von Lalain*, dem Regenten Hannoniens und dem Oberbefehlshaber der Belgischen Truppen usw. ...) wurde von *Daniel Cellarius Ferimontanus* S.P.D. verfaßt, der daher früher öfter für den Autor des Atlas gehalten wurde.

Die meisten Karten des Atlas, auch die Erdteilkarten, sind nicht gradiert. Die wenigen Karten mit Längengradierung zeigen kein einheitliches System. So zeigt beispielsweise die Weltkarte *Ceuta* (*Septa*) auf 5° Ost, die Karte 'Hispania' aber *Gibraltar* auf 9° 30' Ost. Eine genauere Auswertung war daher nicht sinnvoll.

Ausgangsmeridian:

Bezüglich des Ausgangsmeridians schreibt De Jode im Kapitel 'Orbis Vniversalis Descriptio': 'Longitudo autem locorum est aequatoris, seu huic paralleli | circuli figmentum meridiani eiusdem loci et fortunatarum insularum meridiano (vnde numeratio incipit) comprehensum.' (Beschreibung des gesamten Erdkreises: Die Länge der Orte aber ist jener Teil des Kreises, den der Meridian dieses Ortes am Äquator oder seinem Parallel mit dem Meridian der *Inseln der Glückseligen* (von wo die Zählung beginnt) einschließt). Der Ausgangsmeridian verläuft über die östlichen *Kanaren*, wahrscheinlich über *Fuertaventura*.

Weltkarte im 'Speculum | Orbis | Terrarum'

Titel: \Vniversali Orbis sev Terreni Glo | bi in Plano Effigies Cum privilegio\ (Der gesamten Welt oder des Erdglobus Abbildung in der Ebene. Mit Privileg)

Die Weltkarte \Vniversali Orbis\ ist sehr grob gezeichnet. Eine Längenteilung von 5° findet sich nur am Äquator. Die Inselgruppen der *Kanaren* (ca. 3° West bis 1°30' Ost), *Kap Verden* (ca. 4°45' bis 9°30' West) und *Azoren* (ca. 8 bis 12° West) sind eingezeichnet, doch fehlt die Bezeichnung der einzelnen Inseln.

Untersuchungsergebnisse der Karten:

Ausgangsmeridian: wahrscheinlich *Fuertaventura*

Länge der Mittelmeerachse zwischen *Ceuta* und *Damaskus*: ca. 63°

Abbildungsmethode: modifizierter Netzentwurf nach *Ptolemäus*

Äquatormaßstab: 1 : 65 Millionen

4.3.6.2 Atlas 'Speculum | Orbis | Terrae' 1593.

Weltkarte im 'Speculum | Orbis | Terrae'

Titel: «Hemispherivm Ab Aequinoctiali Linea, Ad Circvlvm Poli | Arctici.» 1593 (Halbkugel vom Äquator bis zum Polarkreis)

Diese Karte ist im Atlas von 1578 nicht enthalten und wurde daher im Faksimileatlas von [NORDENSKIÖLD 1889] untersucht. Die Karte ist auf Grund ihres Maßstabs und des Netzentwurfs nur schlecht auszumessen. Die ermittelten Längenwerte dürften daher einen Fehler von ±30' aufweisen. Es sind nur sehr wenige Städte eingezeichnet.

Ausgangsmeridian:

Der Ausgangsmeridian der Karte verläuft über *Toledo*.

Verlauf der Längenfehler, bezogen auf *Lissabon*:

Längenfehler des Ausgangsmeridians Toledo:

Zwischen den Meridianen von *Lissabon* und *Toledo*: 1°54'

Längenfehler im Atlantik:

Zwischen den Meridianen von *Ferro* und *Lissabon*: -1°16'

Längenfehler am Festland:

Diese Karte steht noch ganz in der ptolemäischen Tradition. Ihre Aufnahme in den Atlas von 1593, zu einem Zeitpunkt als die Karten *Gerhard Mercators* schon in ganz Europa bekannt und anerkannt waren, läßt sich nur so erklären, daß die Erben *Gerard de Jodes* ohne Rücksicht auf die Qualität auch ältere Einzelblätter in ihren Atlas aufnahmen, um seinen Umfang zu erweitern. Ähnliches läßt sich in diesem Atlas auch bezüglich der Übernahme von Regionalkarten aus der ersten Ausgabe feststellen. Auch hier wurden, obwohl wesentlich bessere Karten *Mercators* zur Verfügung standen, die alten Karten ohne Gradierung und zum Teil in ovalen Renaissancerahmen weiter gedruckt.

Untersuchungsergebnisse der Karte:

Ausgangsmeridian: Toledo, 4°02' westlich von *Greenwich*

Länge der Mittelmeerachse: 62°

Abbildungsmethode: Planiglobe, polständiger äquidistanter Netzentwurf

Durchmesser des Planigloben: 255 mm

4.4 *Gerhard Mercators Reformen der Kartographie*

Gerhard Mercator (1512-1594) wurde als *Gerard Kremer* in *Rupelmonde* in Flandern geboren. Sein Vormund ermöglichte ihm 1530 ein Studium an der Universität *Löwen*, das er zwei Jahre später als Magister Artium abschloß. 1534 kehrte er an die Universität zurück, um bei *Gemma Frisius* (1508-1555) Mathematik zu studieren. Gleichzeitig erlernte er bei *Gaspard van der Heyden* (um 1496-nach 1549) das Kupferstechen und den Instrumentenbau.

Seine eigenständigen kartographischen Arbeiten begannen 1537. Im Jahre 1541 stellte er seinen bekannten Erdglobus fertig, dem 10 Jahre später ein gleich großer Himmelsglobus folgte. 1544 geriet er wegen des Verdachts, der Reformation anzuhängen, in Schwierigkeiten und übersiedelte im Jahre 1552 mit seiner Familie und der Werkstatt nach *Duisburg* im Herzogtum Jülich-Kleve. Schon seit 1546 arbeitete *Mercator* an seiner Europakarte, die 1554 erschien, in zweiter und verbesserter Auflage unter dem Titel <Europæ Descriptio> 1572. Seine Weltkarte in Mercatorprojektion, <ad usum nauigantium> veröffentlichte er 1569. Eine Gesamtausgabe der 'Geographia' des *Ptolemäus* erschienen 1584. Im nächsten Jahr gab er 51 Regionalkarten von Frankreich, Deutschland und den Niederlanden heraus. 1589 kamen noch 22 Karten von Italien, dem Balkan und Griechenland hinzu.

Gerhard Mercator starb im Dezember 1594 im Alter von 82 Jahren. Sein größtes Werk, der Atlas, eine Zusammenfassung seiner Arbeiten, wurde von seinem Sohn *Rumold* (1546/48-1599) posthum 1595 herausgegeben. Von den 107 Karten der 'Geographia nova totius mundi' (Neue Geographie der ganzen Welt) wurden 102 noch von *Gerhard Mercator* selbst gestochen.

4.4.1 Verschiedene kartographische Arbeiten *Gerhard Mercators*

4.4.1.1 Die Verkürzung der Längsachse des Mittelmeers

Gerhard Mercator ging bei der Verbesserung der vorliegenden Karten sehr systematisch vor. Er versuchte, aus bekannten Breitenwerten sowie verläßlichen Reisebeschreibungen und Kompaßrichtungen ein Netz von ausgeglichenen Punktkoordinaten zu konstruieren. Da bei der gegebenen Quellenlage Widersprüche unvermeidlich waren beseitigte er diese - soweit möglich - durch iterative Verbesserungen so lange, bis die Restfehler insgesamt minimiert waren. Mit dieser Methode erarbeitete er ein gegenüber seinen Vorgängern wesentlich verbessertes Bild der Welt.

Bei dieser Arbeitsweise war es unvermeidlich, daß er die von *Ptolemäus* mit 62° angenommene Längsachse des Mittelmeers, die zu starken Verzerrungen der Ortspositionen in Europa führte, als zu lang erkannte. Er stand also vor dem Problem, die Länge dieser Achse zu verkürzen und damit Europa realistischer darzustellen. Gleichzeitig wollte er, wie im Begleittext zur Europakarte von 1554 festgehalten, die ptolemäische Meridiandifferenz vom äußersten Ende der *Kanarischen Inseln* zu *Alexandria* mit 60½° beibehalten. Diese Textkartusche ist im Anhang in der Reproduktion 4-10 verkleinert wiedergegeben. Er vergrößerte daher den Abstand vom Ausgangsmeridian bis *Lissabon* von 5°10' auf 11°. Gleichzeitig verlegte er den Referenzmeridian um 1° nach Osten zur *Kanarischen Insel Palma*, so daß sich insgesamt eine Verschiebung von 6°50' ergab. Die Notwendigkeit der Annahme einer Verlegung des Ausgangsmeridians zur Insel *Palma* ergibt sich aus der Art des späteren Überganges auf den Meridian von *Boa Vista* mit einer Verschiebung um 2° nach Westen, die sonst nicht erklärt werden kann (s. Abschnitt 4.4.2). Weiters vergrößerte er auch den Abstand von *Lissabon* bis *Gibraltar* von 2°20' auf 3°34' so daß, gegenüber *Ptolemäus*, bei gleichbleibendem Längenwert von *Alexandria*, die Mittelmeerachse zwischen *Gibraltar* und *Alexandria* um 7°04' verkürzt wurde. Den Längenunterschied zwischen *Alexandria* und *Iskenderun* (*Alexandretta*) verringerte er vom ptolemäischen Wert von 9° auf 7°05'. Die Längsachse des Mittelmeers wurde also in Summe um 8°59' verkürzt und ergab sich damit zu 53°. Die

sich aus diesen Korrekturen ergebenden Längenverhältnisse sind, im Vergleich zur ptolemäischen Geographie, bezogen auf die Länge von *Gibraltar*, in Abbildung 4-11 dargestellt.

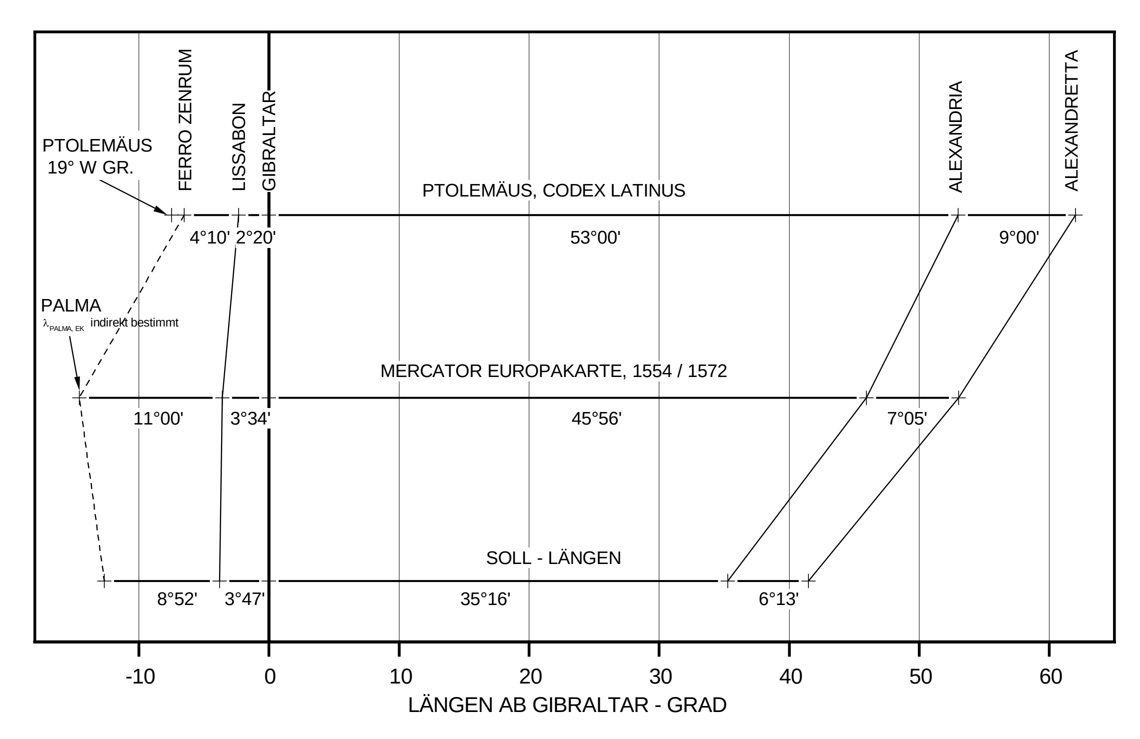


Abb. 4-11 Die Verkürzung der Mittelmeerachse durch *Mercator* in der Europakarte von 1554/72. Zum Vergleich die ptolemäischen Werte aus dem ‹Codex Latinus›, 15. Jh. Alle Längen sind auf *Gibraltar* bezogen.

Diese Reduktion der Längenwerte bedeutete eine starke Verbesserung in der Darstellung Europas, doch war damit die Mittelmeerachse noch immer um 11°30' zu lang angenommen. Die Längenfehler *Mercators* zeigen allerdings einen parabolischen Verlauf, so daß sie im Westen Europas verhältnismäßig gering sind und erst nach Osten zu immer stärker ansteigen. Auch die Reststreuung der Längenfehler um das Ausgleichspolynom der Längenwerte verringerte sich. Das bedeutet, daß sich auch die individuelle Streuung der Längenwerte, statistisch die nicht erklärten Fehler, stark verbesserten. Diese Längenfehler sind, im Vergleich zu *Ptolemäus*, in Abbildung 4-12 für die Europakarte von 1554/72 den Werten des ‹Codex Latinus› gegenübergestellt.

Warum sich *Mercator* für eine Verkürzung der Achse des Mittelmeers um 9° entschied, ist nicht mehr festzustellen. Wahrscheinlich wollte er nicht zu stark von *Ptolemäus* abweichen und mußte sich letztendlich auf die Autorität von *Abu l-Fida* (1273-1331) verlassen [PESCHEL 1865, S 378], da zu seiner Zeit nur die 'Alfonsinischen Tafeln' von den Werten des *Ptolemäus* signifikant abwichen (s. Abschnitt 4.2). Wie weit auch die Weltkarten von *Martin Waldseemüller* und *Johannes Ruysch* mit Achslängen von 35°20' bzw. 54°30' (s. Abschnitt 4.3.1.2 und 4.3.2) bei *Mercators* Überlegungen eine Rolle spielten, ist nicht mehr festzustellen. Beide Karten unterscheiden sich aber, wie auch die 'Alfonsinischen Tafeln', in ihrem Fehlerverlauf deutlich von jener *Mercators*. Nach *Fuat Sezgin* waren die geographischen Tabellen *Abu l-Fidas*, die *Guillaume Postel* (1510-1581) nach Europa gebracht hatte, zu dieser Zeit aber bereits stark veraltet. Seit dem 11. Jahrhundert soll im islamischen Kulturkreis mit einer Länge der Mittelmeerachse von 44° bis 45° gerechnet worden sein [SEZGIN 2001].

Mercator veränderte den Verlauf der Längenfehler so, daß sich bei gleicher Länge der Mittelmeerachse in West-Europa geringere Längenfehler ergaben als in den 'Alfonsinischen Tafeln', die in diesem Bereich *Ptolemäus* folgen. Eine letzte Korrektur der Länge der Mittelmeerachse erfolgte erst in den letzten Jahren des 17. Jahrhunderts, als *Jean-Mathieu de Chazelles* (1657-1710) im östlichen Mittelmeerraum durch zeitgleiche Beobachtung des ersten Jupitermonds mit der Sternwarte *Paris* einige Längenwerte wissenschaftlich bestimmte.

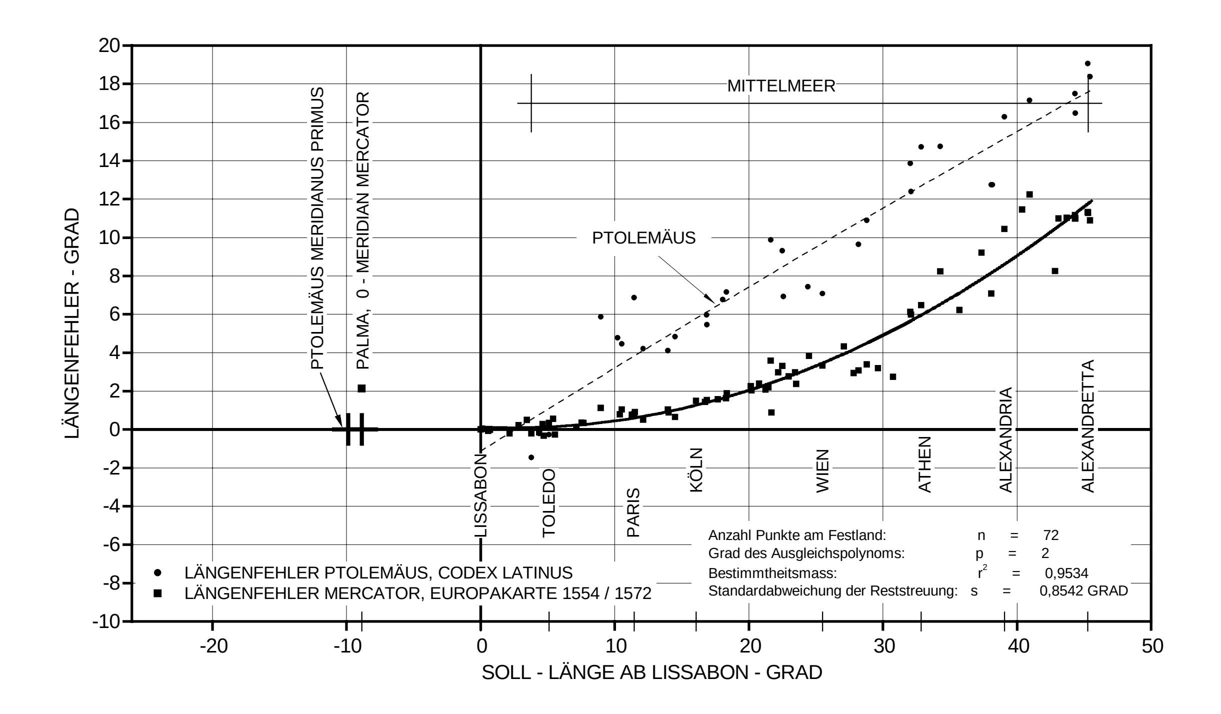


Abb. 4-12 Vergleich des Verlaufs der Längenfehler der Europakarte *Gerhard Mercators*, (Ausgangsmeridian *Palma*) von 1554/72 mit den Längenwerten von *Cl. Ptolemäus* ab dem Bezugsmeridian *Lissabon*

4.4.1.2 Die Abbildungsmethoden Gerhard Mercators

Gerhard Mercator verwendete im Laufe seines kartographischen Wirkens in seinen Karten eine ganze Reihe verschiedener Abbildungsmethoden. *Max Eckert* ist der Ansicht, daß *Mercator* der erste Geograph war, der den Netzentwurf der Größe des darzustellenden Gebietes anpaßte und zu diesem Zweck zahlreiche Versuche anstellte [ECKERT, 1921, S. 124]. Es ist aber auffallend, daß sich im ganzen Atlas von 1595 keine einzige Karte in Mercator-Projektion findet, wohl ein Hinweis darauf, daß diese Abbildungsmethode ihrer Zeit voraus war und vom Publikum nicht geschätzt wurde.

Die Weltkarte «Orbis Imago» von 1538

Die doppelt herzförmige Weltkarte «Orbis Imago» von 1538 ist im flächentreuen Netzentwurf von Stab-Werner ausgeführt. Dieser Netzentwurf wurde bereits von *Orontius Finaeus* (1494-1555) für seine Weltkarte 'Nova, Et Integra Vniversi Orbis Descriptio' von 1532/1533 verwendet [DREYER-EIMCKE, 1994].

Die Europakarte von 1554/1572

Die Schwierigkeiten bei der Bestimmung von Netzentwürfen zeigen die unterschiedlichen Ansichten über die Abbildungsmethode der Europa-Karte *Gerhard Mercators* aus den Jahren 1554 bzw. 1572, obwohl deren Netz einer Untersuchung gut zugänglich ist. *Heinrich Gretschel* und *Arthur Breusing* bezeichnen diese Abbildungsmethode ohne weiteres als eine Schnittkegelprojektion mit den längentreuen Parallelen von 40° und 60° Breite, eine Abbildungsmethode, die auch als Kegelprojektion nach *Delisle* bezeichnet wird [GRETSCHEL 1873, S. 138; BREUSING 1892, S. 63]. *Max Eckert* kommt hingegen zu dem Schluß, daß es sich um den Ausschnitt einer Weltkarte in der Abbildungsmethode nach Stab-Werner handle. Diese Abbildungsmethode wurde von *Mercator* bereits bei seiner Weltkarte «Orbis Imago» von 1538 verwendet. Er begründet diese Ansicht mit zahlreichen Netzuntersuchungen an dieser Karte und ist der Meinung, daß *Mercator* nie, auch nicht in den Karten des Atlas von 1595, einen konischen Netzentwurf verwendet habe. Später berichtigt er sich insofern, als er das Netz als eine 'abgeänderte Stab-Werner'sche Abbildungsmethode' betrachtet wissen wollte [ECKERT 1910 und 1921, S. 124, 137 und 140]. Die Abänderungen seien von *Mercator* zur Erleichterung der Kartenzeichnung bei großen Formaten vorgenommen worden. *Frantisek Fiala* bezeichnet hingegen

das Netz der Europakarte als 'ptolemäischen Kegelentwurf mit äquidistanten Meridianen' [FIALA, 1957, S. 306].

Die Behauptung von *Gretschel* und *Breusing*, daß die Europakarte in der Schnittkegelprojektion entworfen sei, ist nur so zu verstehen, daß sie sich auf *Rumold Mercators* Europakarte im Atlas bezieht. Die Meridiane sind in ihr geradlinig über das Kartenbild durchgezogen, die Europakarte *Gerhard Mercators* von 1554/1572 besitzt aber gekrümmte Meridiane. Die wahrscheinlichste Erklärung für diese unterschiedlichen Ansichten ist, daß es in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts schwierig war, sich Einblick in die wenigen Originale der Europakarte von 1554/1572 zu verschaffen. Das erste Exemplar der Karte von 1554 wurde erst 1889 von *Alfons Heyer* in *Breslau* wieder entdeckt. Auch *Heyer* vertrat die Ansicht, daß es sich um eine Abbildungsmethode nach Stab-Werner handelt [HEYER 1890]. *Gretschel* und *Breusing* gingen wahrscheinlich davon aus, daß es sich bei der Europakarte des Atlas um eine verkleinerte Kopie der Weltkarte von 1554/1572 handle.

Die Weltkarte <ad usum nauigantium> von 1569

Als größte wissenschaftliche Leistung *Mercators* wird allgemein die Einführung des winkeltreuen zylindrischen Netzentwurfs mit längentreuem Äquator angesehen. Auf dem Globus von 1541 zeichnete er erstmals Kurven ein, die später von *Willebrord Snellius* (1580-1626) als Loxodrome bezeichnet wurden. Es sind dies Kurslinien, die alle Meridiane unter dem gleichen Winkel schneiden und an denen man daher in der Seefahrt direkt den Kompaßkurs ablesen konnte. *Mercator* war sich der Wichtigkeit dieser Frage bewußt, brauchte aber noch 20 Jahre, um das Problem zu lösen, die Loxodrome in der Kartenebene als Gerade darzustellen. Seine Weltkarte <ad usum nauigantium> von 1569 zeigte erstmals die neue Abbildungsmethode, die seither als Mercatorprojektion bezeichnet wird und die auch heute noch, vor allem für Seekarten, in Gebrauch steht. [WAGNER 1915a, b; KRÜCKEN 1994].

In der Legende der Karte stellt *Mercator* fest, daß in der Schiffahrt nur geradlinige und parallele Meridiane zu gebrauchen seien, die Abbildungsmethode des *Marinus* aber das Bild verzerre und fährt dann fort: 'quibus consideratis gradus latitudinum versus utrumque polum paulatim auximus pro incremento parallelorum supra rationem, quam habent ad aequinoctialem' (aus diesen Überlegungen habe ich die Breitengrade gegen beide Pole zu nach und nach in demselben Verhältnis vergrößert, wie die Parallelkreise in ihrem Verhältnis zum Äquator zunehmen). Über die Konstruktionsmethode des Gradnetzes bewahrte *Gerhard Mercator* Schweigen, es ist aber sicher, daß er die Lösung des Problems auf geometrischem Wege fand. Über die Konstruktionsmethode *Mercators* wurden zwar zahlreiche Untersuchungen veröffentlicht, eine allgemein akzeptierte Erklärung gibt es aber nicht. *Mercator* konnte aber, wie er selbst bedauernd feststellte, keinen Beweis für die Richtigkeit seiner Konstruktion erbringen.

Die schrittweise mathematische Lösung des Problems fand *Edward Wright* (um 1558-1615) der 1594 in *T. Blundervilles* (um 1561-1602) 'A new and necessarie Treatise on navigation' Tafeln der Meridianteilung von Grad zu Grad herausgab. Bis 1610 erweiterte er diese Tafeln auf die Werte für jede Minute. Die genaue logarithmische Formulierung des Gesetzes der Vergrößerung der Meridianabschnitte

$$y = \ln \tan \left({}^{\pi}/_{4} + {}^{\varphi}/_{2} \right) \qquad (4\text{-}1)$$

veröffentlichte *Henry Bond* (um 1600-1678) im Jahre 1645 [BREUSING, 1892, S. 38].

Erstaunlich ist die langsame Rezeption dieser Abbildungsmethode für die Seekarten, die *Joachim Neumann* eingehend untersuchte. Eine häufigere Verwendung der Mercatorkarte ist erst ab dem Beginn des 18. Jahrhunderts gegeben. Zur Mitte des Jahrhunderts wird sie schon häufiger verwendet als die damals üblichen Plattkarten, um dann, zu Beginn des 19. Jahrhunderts, die allgemeine übliche Abbildungsmethode für Seekarten zu werden [NEUMANN, 1994]. Noch um die Mitte des 18. Jahrhunderts war der Widerstand gegen den Gebrauch dieser Abbildungsmethode bedeutend. Die Karte des Mittelmeers, die der französische Marineminister *Maurepas* (1701-1781) 1737 durch *Marquis d'Albert*, den Chef des 'Dépôt des Cartes', in Merca

torprojektion anfertigen ließ, wurde nur von wenigen Seeleuten begrüßt. Eine Umfrage des Ministeriums ergab 1745, daß die Seeleute einhellig eine Plattkarte bevorzugten. Daher wurde, um die Nachfrage zu befriedigen, eine solche noch im gleichen Jahr gestochen und herausgegeben [RAYNAUD-NGUYEN 1985].

Die Polkarten von 1569 und 1595

Da sich eine Karte in winkeltreuer zylindrischer Abbildung nicht sinnvoll bis zum Pol zeichnen läßt, begrenzte *Mercator* seine Weltkarte von 1569 <ad usum nauigantium> im Süden bei 66° und im Norden bei 80°. In der südwestlichen Ecke der Karte befindet sich aber eine Nebenkarte von 236 mm Durchmesser, welche die Arktis bis zum 70. Breitengrad zeigt. Der Nord-Pol ist als 'Rupes nigra et altissima' (sehr hoher schwarzer Felsen) in die Karte eingetragen. Bei dem Netzentwurf dieser Nebenkarte handelt es sich um die, erstmals von *Juan Vespucci* für seine Weltkarte von 1524 verwendete, polständige, mittabstandstreue azimutale Abbildung. *Marie-Armand-Pascal d' Avezac* schrieb ihre Einführung *Guillaume Postel* (1510-1581) zu, weshalb sie auch als Abbildungsmethode nach *Postel* bezeichnet wird [d'AVEZAC, 1863]. *Postel* verwendete sie allerdings erst 1581, fast 60 Jahre nach *Vespucci*. *Johannes Keuning* schreibt, daß bereits *Arthur Breusing* 1892 bewies, daß beide Polkarten *Mercators* in dieser Abbildungsmethode entworfen seien [KEUNING, 1955]. Die Polkarte des Atlas von 1595 zeigt die Reproduktion 4-11 im Anhang. Im Gegensatz zur oben erwähnten Nebenkarte reicht diese aber bis zum 60 Breitengrad. Wie in Abschnitt 4.4.2.4 gezeigt wird, ist die Behauptung von *P. Heinrich Scherer S.J* (1628-1704), diese Karte habe als Ausgangsmeridian *Corvo*, nicht zutreffend /SCHERER 1703, S. 12/.

Die Abbildungsmethoden der Karten im Atlas von 1595

Die von *Rumold Mercator* im Jahre 1587 veröffentlichte Weltkarte mit Planigloben der westlichen und östlichen Halbkugel, sie ist auch im Atlas von 1595 eingebunden, ist im äquatorständigen stereographischen Netzentwurf ausgeführt. *Gerhard Mercator* muß sich mit dieser Abbildungsmethode sehr eingehend auseinandergesetzt haben, da er als erster auf ihre Winkeltreue aufmerksam machte. Nach *Syenesius* (um 410 n. Chr.) soll die stereographische Abbildung von *Hipparch* (180-125 v. Chr.) stammen. Für eine äquatorständige Abbildung der beiden Halbkugeln der Welt wurde sie erstmals von *Gemma Frisius* 1540 verwendet [ECKERT 1910]. Durch die weit verbreitete Karte *Rumold Mercators* wurde dieser Netzentwurf bald populär und wurde ab Ende des 16. Jahrhunderts die vorherrschende Methode für die Konstruktion von Planigloben.

Die Europakarte des Atlas stammt ebenfalls von *Rumold Mercator*. Sie ist inhaltlich, mit Ausnahme der Polarregion, des Netzentwurfs und der unterschiedlichen Längengradierung, weitgehend mit der Europakarte von 1554/1572 identisch. In einer Textkartusche findet sich folgender Hinweis: 'Medius Meridianus 50. reliqui ad hunc | inclinatur pro ratione 60 & 40. | parallelorum'. (Der mittlere Meridian ist 50°. Die übrigen sind zu diesem im Verhältnis der 60. und 40. Parallelkreise geneigt) Da die Breiten als konzentrische Kreise dargestellt sind, handelt es sich also um einen konischen Netzentwurf mit zwei längentreuen Parallelkreisen.

Das Gradnetz der Afrikakarte von *Gerhard Mercator d. J.* (um 1563-1627/28) entspricht dem mittabstandstreuen azimutalen Netzentwurf nach Stab-Werner, einer flächentreuen Abbildung. Die Karte *Amerikas* ist in äquatorständiger stereographischer Abbildungsmethode ausgeführt. Hier handelt es sich um einen winkeltreuen Netzentwurf.

Für seine Regionalkarten im Atlas von 1595, sie erschienen in Teillieferungen bereits ab 1585, verwendete *Gerhard Mercator* den mittabstandstreuen zylindrische Netzentwurf mit zwei längentreuen Parallelkreisen. Dieser Netzentwurf wird allgemein als rechteckige Plattkarte bezeichnet und war bereits in der Antike bekannt. Es handelt sich dabei um eine Weiterentwicklung der quadratischen Plattkarte.

4.4.2 Die Ausgangsmeridiane der Längenzählung bei *Gerhard Mercator*

Bis zum Auftreten *Gerhard Mercators* wurde in der europäischen Kartographie fast ausschließlich der ptolemäische Ausgangsmeridian 1° westlich der *Kanarischen Inseln* verwendet. Eine Ausnahme bildeten nur die geographischen Tabellen der Ephemeriden die sich naturgemäß jeweils auf den Meridian des Beobachtungsortes bezogen.

Gerhard Mercator war der erste Kartograph, der im Verlaufe seiner Arbeiten drei verschiedene Ausgangsmeridiane der Längenzählung verwendete. Dabei waren die beiden zuerst von ihm verwendeten Ausgangsmeridiane, wie bei *Ptolemäus*, verdeckte Meridiane von *Alexandria*. Er übernahm dessen Länge zuerst mit 60½°, obwohl er den alten Meridian 1541 nach seiner eigenen Längenzählung um 1° nach Osten nach *Fuertaventura* (*Kanaren*) verschob. Auch auf der Europakarte von 1554/1572 weist *Alexandria* die Länge von 60½° auf, obwohl im Zusammenhang mit der Verkürzung der Längsachse des Mittelmeers der Ausgangsmeridian um 6°50' weiter nach Westen zur Insel *Palma* der *Kanaren* verschoben wurde. Die dritte Verschiebung des Ausgangsmeridians von *Palma* um 2° nach Westen nach *Boa Vista*, einer Insel der *Kap Verden*, erfolgte auf der Weltkarte von 1569. *Alexandria* behielt dabei mit dem Längenwert von 62°30' die alte Längendifferenz zum modifizierten ptolemäischen Ausgangsmeridian bei. *Mercator* setzte damit eine verwirrende Entwicklung in Gang, glaubte aber, mit der Fixierung des Ausgangsmeridians an der Nullisogone einen natürlichen Ausgangsmeridian für die Zählung der geographischen Längen gefunden zu haben.

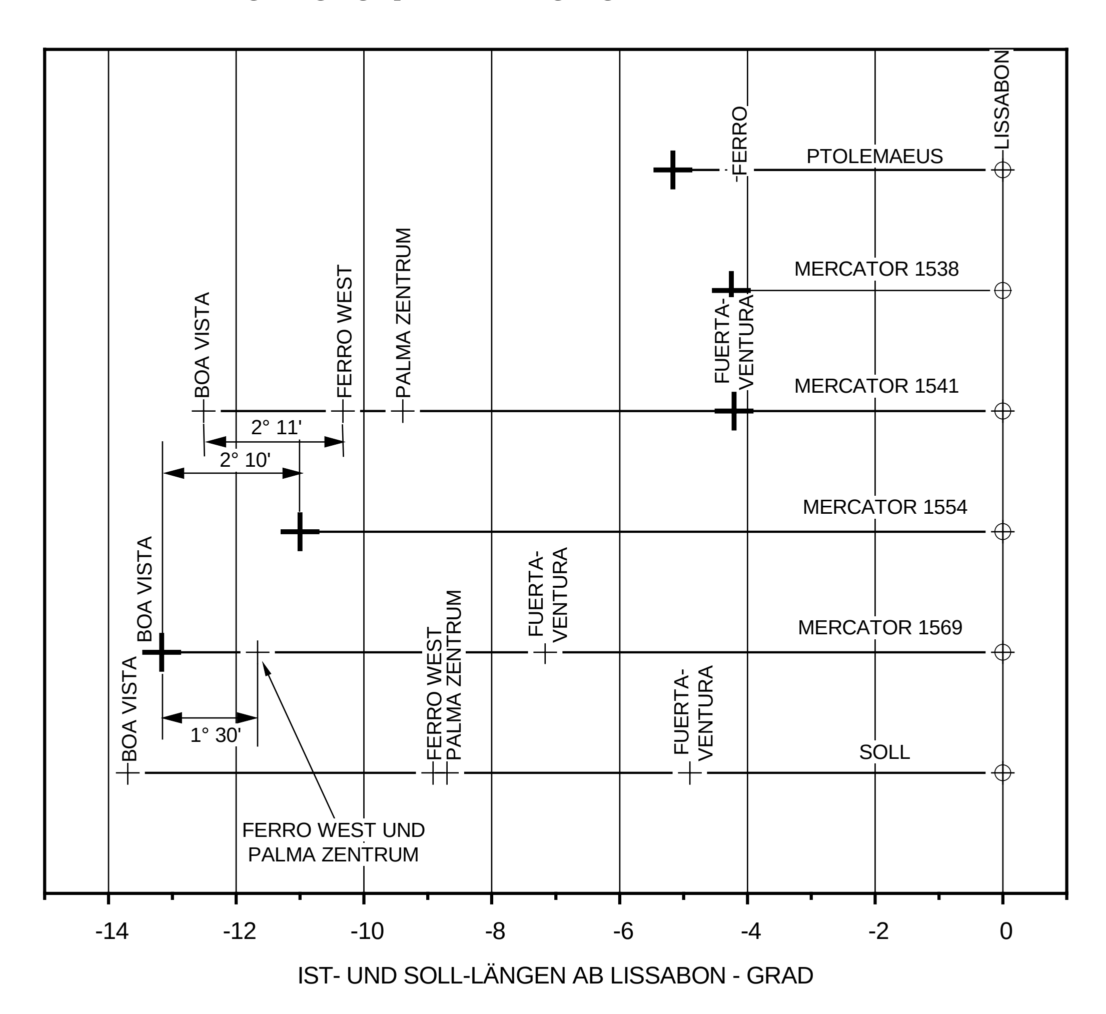


Abb. 4-13 Die Ausgangsmeridian verschiedener Karten und des Globus *Gerhard Mercators*, verglichen mit *Ptolemäus* und den SOLL-Werten. Alle Längenangaben sind auf den Meridian von *Lissabon* bezogen.

Einen Überblick über die Längenverhältnisse der verschiedenen Karten *Mercators*, soweit sie eine solche Auswertung erlauben, gibt Abbildung 4-13 im Vergleich zu den Werten von *Ptolemäus* und den heutigen SOLL-Längen. In diesem Diagramm sind alle Längenwerte auf den Meridian von *Lissabon* bezogen. Die Verschiebungen des Ausgangsmeridians durch *Mercator* vom ptolemäischen Ausgangsmeridian zuerst nach *Fuertaventura*, dann nach *Palma* in den *Kanarischen Inseln* und schließlich von *Palma* nach Westen zu den *Kap Verdischen Inseln* ist klar zu erkennen.

4.4.2.1 Der Ausgangsmeridian der Weltkarte «Orbis Imago», 1538 und des <Globus>, 1541

In seinen älteren Arbeiten verwendete *Gerhard Mercator* eine etwas geänderte Version des ptolemäischen Ausgangsmeridians. In der Weltkarte «Orbis Imago» von 1538 sind die *Kanarischen Inseln* nur durch den Schriftzug 'Insulae Canariae' dargestellt, über dem der Meridian 360° leicht außermittig verläuft. Weiter nördlich verläuft er auch über die *Azoren*. Der Ausgangsmeridian selbst ist nirgends fixiert. Seine Lage läßt sich daher nicht im Verhältnis zu dieser Inselgruppe bestimmen, jedoch weist *Lissabon* eine Länge von 4°15' auf. Die Stadt selbst ist nicht eingezeichnet, doch läßt sich ihre Lage durch die Mündung des *Tejo* festlegen. Auf dem <Globus> von 1541 ist der Ausgangsmeridian über die Insel *Fuertaventura*, etwas östlich des Zentrums der Kanaren, gezogen und *Lissabon* hat eine Länge von 4°12' Ost. Dies ist der alte ptolemäische Meridian, bei dem *Lissabon* auf 5°10' liegt, die *Insulae Fortunatae* aber alle auf 1°. *Mercator* verschob also den Meridian, verglichen mit *Ptolemäus*, um 1° nach Osten.

4.4.2.2 Der Ausgangsmeridian der Europakarte von 1554/72 und der Regionalkarten

Die Karte <Europæ descriptio> von 1572 zeigt den Ausgangsmeridian mit der Beschriftung 'Hic meridianus initium est longitudinum' (Dieser Meridian ist der Beginn der Längenzählung) im Süden nur bis zur Breite von etwa 40°. Die *Kanarischen Inseln* befinden sich nicht mehr im Kartenbild. Es konnte auch keine andere Karte gefunden werden, die diesen Ausgangsmeridian mit seiner genauen Lage zu dieser Inselgruppe zeigt. *Johann Gabriel Doppelmeier* (1677-1750) schreibt in seiner 'Einleitung zur Geographie', daß *Mercator* und *Ricciolo* den Ausgangsmeridian von *Palma* verwendet hätten 'weilen in dieser der erste Seehafen von Europa aus ist / wo die Schiffe anländen / und frischen Proviant holen.' /DOPPELMEIER 1737/, eine Ansicht, die auch *P. Heinrich Scherer S.J.* vertrat /SCHERER 1703/. Der Grund dafür liegt wahrscheinlich darin, daß *Mercator* in seiner Weltkarte von 1569 das Zentrum der Inseln *Palma*, das nach den vorhergehenden Überlegungen den etwas abgeänderten ptolemäischen Ausgangsmeridian fixierte, mit 1°30', jenes von *Ferro* aber mit 1°45' östlich von *Boa Vista* einzeichnete. Die *Punta Orchilla* auf *Ferro* und das Zentrum von *Palma* kamen so auf derselben Länge zu liegen und *Palma* wurde zur westlichsten Insel der *Kanaren*.

Das Zentrum von *Palma* besitzt auf der Weltkarte nur eine Länge von 1°30' östlich von *Boa Vista*. Es ist offensichtlich, daß es sich bei dem Meridian *Mercators* nicht um den ptolemäischen Meridian handeln kann, da in diesem Fall die West-Verschiebung des Ausgangsmeridians nur 30' statt 2° betragen hätte. Andererseits führt der Meridian 2° östlich von *Boa Vista* über den äußersten Ostteil von *Ferro* und durch das Zentrum der *Kanareninsel Gomera*, eine sinnlose Annahme.

Die wahrscheinlichste Erklärung ist, daß *Mercator* die alte Längendifferenz von 1541 zwischen *Ferro* und *Boa Vista* von etwa 2° seiner Verschiebung zugrunde legte. Darauf weist auch der Vergleich der Längenverhältnisse der Karten von 1554 und 1569 in Abbildung 4-13 hin. Das Problem wurde bereits von *Alfons Heyer*, dem Entdecker des Breslauer Exemplars der Europakarte, untersucht. Er kam zu dem Schluß, daß der Ausgangsmeridian der Europakarte durch die Westspitze von *Ferro* festgelegt sei [HEYER, 1890]. Dies begründet er allerdings mit der Feststellung, daß auf der Weltkarte von 1569 zwischen diesem Meridian und *Boa Vista* genau 2° Längenunterschied bestünden. Auf dem in dieser Arbeit untersuchten Faksimile der Karte beträgt der Längenunterschied aber nur 1°30'.

Rumold Mercator stellt im Text unter seiner Weltkarte von 1587 bezüglich des Ausgangsmeridians fest: 'Constituerunt autem Geographi initium longitudinum in meridiano qui per occidentalissimam insulam Canarium ducitur, & inde versum orientem longitudinem computant, quia proprius astrorum motus per quem longitudines locorum observantur, ab occasu in ortum tendit'. (Die Geographen haben aber den Beginn der Längenzählung mit jenem Meridian festgelegt, der durch die westlichste Insel der *Kanaren* geführt wird und zählen die Länge von dort gegen Osten, da der unveränderliche Lauf der Gestirne, durch den die Längen der Orte berechnet werden, von Osten nach Westen verläuft) /MERCATOR 1595/. Diese Stelle bezieht sich zwar nicht direkt auf seinen Vater, doch gibt sie eine damals offenbar in der Nachfolge *Mercators* gebräuchliche Praxis wieder. Er beschreibt also einen über die westlichste Insel, nach *Mercators* Ansicht *Palma*, verlaufenden Meridian. Damit hat *Mercator,* bezogen auf *Ferro,* den alten ptolemäischen Ausgangsmeridian um etwa 1°10' nach Osten verschoben und die Längendifferenz zu *Alexandria* beibehalten. Er selbst macht zum Ausgangsmeridian in der Textkartusche in der nordwestlichen Ecke der Europa-Karte die Angabe, daß er, *Ptolemäus* folgend, den Abstand zwischen dem ersten Meridian und *Alexandria Ægypti* mit 60½° beibehalten habe.

Die Regionalkarten des Atlas folgen, wie in Abbildung 4-14 gezeigt, in ihren Längenangaben der Europakarte von 1554/1572 und verwenden als Nullmeridian ebenfalls den Meridian von *Palma*.

4.4.2.3 Der Ausgangsmeridian der Weltkarte <ad usum nauigantium>, 1569

Ein Gebiet, mit dem sich *Mercator* eingehend beschäftigte und dem er größte Wichtigkeit beimaß, war der Erdmagnetismus. Er berechnete aus den ihm bekannten Deklinationen von Danzig und der Insel Walcheren, deren geographische Positionen er kannte, allerdings unter der Annahme, daß die Isogonen Großkreisen folgten, die Nullisogone für die Längen von 168 und 348° östlich der *Kanaren*. Sie verlief nach dieser Berechnung etwa über *Korea* und die *Azoren*, bzw. 12° westlich der *Kanarischen Inseln*. Weiters war *Mercator* bekannt, daß über den Verlauf der Agone unterschiedliche Meinungen herrschten, und er selbst schreibt, daß er der Meinung der Mehrheit gefolgt wäre, welche diese als über die *Kap Verden* verlaufend beschreibe [BALMER 1956, S. 123-126]. Er glaubte damit, die Sekularvariation war damals noch nicht bekannt, einen natürlichen Ausgangspunkt für die Längenzählung gefunden zu haben.

Mercator verwendete daher in seiner 1569 erschienenen Weltkarte <Nova et Aucta | Orbis Terrae | Descriptio ad | Usum Na | uigantium emendatè accomodata> (Neue und vermehrte Beschreibung des Erdkreises zur Verwendung in der Seefahrt, verbessert und angepaßt) einen neuen Ausgangsmeridian. Er verlegte in dieser Karte den Ausgangsmeridian von der *Kanareninsel Palma* um 2° nach Westen nach *Boa Vista,* wie der Längenwert von *Alexandria* mit 62°30' zeigt. Ein Vergleich der Längenwerte von 59 Orten der Europakarte <Europæ descriptio> von 1572 und der Weltkarte zeigt eine Differenz von 1°54' ± 10'. Abbildung 4-14 zeigt die Ausgleichspolynome der IST-Längenwerte der Europakarte <Europæ descriptio> von 1572 und der Weltkarte <ad usum nauigantium> von 1569. Die einzeln eingetragenen Längenwerte wurden den Regionalkarten des Atlas von 1595 entnommen. Sie gehören zum Längensystem der Europakarte mit dem Ausgangsmeridian *Palma*.

Einen Text zur Wahl des Ausgangsmeridians enthält die Legende auf Blatt 12 der Wandkarte: 'De longitudinum geographicarum initio &$_t$ polo magnetis | Testatur Franciscus Diepanus pertissimus nauarchus volubiles | libellas magnetis virtute infectas recta mundi polum respicere | in insulis C: Viridis, Salis, Bonavista &$_t$ Maio; cui proximé | astipulantur qui in Tercera aut S: Maria (insulae sunt inter Aco | res) id fieri dicunt, pauci in earundem occidentalißima Cor | ui nomine id contingere opinantur. Quia vero locorum lon | gitudines a communi magnetis &$_t$ mundi meridiano ius | tis de causis initium sumere oportet, plurium testimonium | sequutus primum meridianum per dictas C. Viridis insu: | las protraxi, &$_t$ quum alibi plus minusque a polo deviante mag. | nete polum aliquem peculiarem esse oporteat quo magne: | tes ex omni mundi parte respiciant cum hoc quo assigna: | ui loco existere adhibita declinatione magnetis Ratisbonae | obseruata didici. Supputaui autem eius poli situm etiam | respectu insulae Corui, vt iuxta extremos primi meridiani | positus extremi etiam termini, intra quos polum hunc inue | niri neceße est, conspicui fierent, donec certius aliquid nau | clerorum obseruatio attulerit'

(Über den Beginn der geographischen Längen und über den magnetischen Pol. *Franciscus Diepanus (Franz von Dieppe),* ein sehr erfahrener Schiffskapitän, versichert, daß die beweglichen Nadeln mit magnetischer Eigenschaft geradeaus zum Pol der Erde weisen, und zwar auf den *Kap Verdischen Inseln Sal, Boa Vista* und *Maio*. Dies wird stark unterstützt durch diejenigen, die feststellen, daß dies auch bei *Tercera* und Santa *Maria* (diese Inseln gehören zu den *Azoren*) zutrifft; einige hingegen meinen, daß dies auf die westlichste dieser Inseln mit dem Namen *Corvo* zutreffe. Weil aber die Zählung Längen der Orte aus guten Gründen ihren Anfang beim gemeinsamen Meridian des Magneten und der Erde haben sollte, habe ich, auf viele Zeugnisse gestützt, den ersten Meridian durch die genannten Inseln der *Kap Verden* gezogen; und da der Magnet überall anderswo mehr oder minder vom Pol abweicht muß es einen besonderen Pol geben, gegen den sich die Magnete in allen Teilen der Welt wenden. Ich habe daher festgestellt, daß dies in Realität an dem Punkt ist, an dem ich ihn plazierte, wobei ich die in *Regensburg* beobachtete magnetische Deklination berücksichtigte. Ich habe aber ebenfalls die Lage dieses Pols in bezug auf die Insel *Corvo* berechnet, nämlich, um die extremen Positionen festzustellen, zwischen denen, abhängig von der Lage des 1. Meridians, sich dieser Pol notwendigerweise befindet, bis daß die Beobachtung von Seeleuten genauere Beobachtungen ergeben werden).

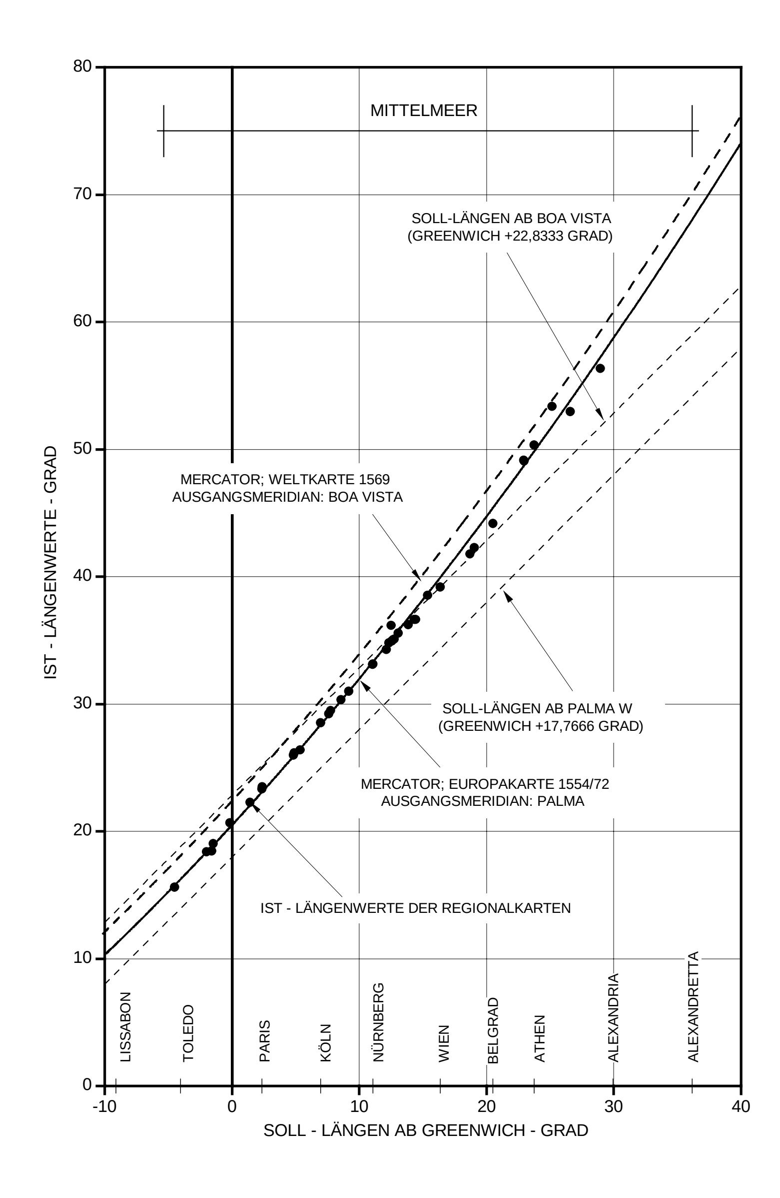


Abb. 4-14 IST-Längenwerte der Regionalkarten *Gerhard Mercators* im Atlas von 1595 im Vergleich zu den Ausgleichspolynomen seiner Europa- und Weltkarte von 1554/72 bzw. 1569.

Neben dieser Legende sind in der Hauptkarte die beiden Magnetberge wie in der Karte des Polargebietes eingezeichnet. Der kleinere liegt mit dem Text 'Hic erit polus | magnetis, si meri | dianus per insulam | Corui primus dici | debeat' (Hier wird der Magnetpol sein, wenn der Meridian durch die Insel Corvo, als der Erste betrachtet wird) auf 174°. Der wesentlich größere Magnetberg auf 180° trägt die Beschriftung: 'Hic polum magnetis esse | et perfectissimum magnetem qui reli | quos ad se trahat certis rationibus colli | gitur, primo meridiano quae posui conceßo' (Hier ist nun der Magnetpol, und es ist der vollkommenste Magnet, der alles übrige an sich zieht und ich konnte ihn, aus sicheren Überlegungen berechnen unter der Annahme, daß der erste Meridian sich dort befindet, wo ich ihn festgelegt habe). Die Nebenkarte des Polargebietes zeigt in der Südwestecke der Karte die gleichen Verhältnisse bezüglich des Ausgangsmeridians.

Auf der Karte <ad usum nauigantium> verläuft der Ausgangsmeridian durch das Zentrum der Inseln *Maio*, *Boa Vista* und *Sal*, den östlichsten Inseln der *Kap Verden*. Den Kartenausschnitt mit dem über *Boa Vista* verlaufenden Meridian 360° zeigt Reproduktion 4-12 im Anhang. Weiter nördlich streift er die Insel *Santa Maria* der *Azoren* im Westen und verläuft stark exzentrisch über *S. Michael* im Norden. Die Ansicht, daß die östlichen Inseln der *Azoren* und *Kap Verden* auf einem Meridian liegen, war - wie bereits beschrieben und wie verschiedene Weltkarten zeigen - im 16. und 17. Jahrhundert weit verbreitet - *Ortelius* (1527-1598) 1570/73, *Kaerius* (um 1571-1646) 1621, *Visscher* (1618-1679) 1666. Tatsächlich liegt *S. Michael* etwa 2°20' westlich des Meridians von *Boa Vista*.

Mercator muß aber in den Jahren zwischen 1554 und 1569 seine Ansicht über den Längenunterschied zwischen *Palma* und *Boa Vista* geändert haben. Er verschob die *Kanarischen Inseln* etwas nach Westen und *Ferro* liegt nur noch 1°30' östlich von *Boa Vista*. Eine andere Möglichkeit wäre noch ein ungenauer Stich der Kupferplatten. Es ist nämlich auffallend, daß auch die Afrikakarte seines Enkels *Gerhard (II)* im Atlas von 1595 den Meridian von *Boa Vista* als Ausgangsmeridian besitzt und *Lissabon* wie in der Weltkarte auf einer Länge von 13°10' zeigt. *Alexandria* weist aber eine Länge von 63° anstatt des früheren Wertes von 62°30' auf. Die Ursache der Differenz ist wahrscheinlich ein ungenauer Stich.

4.4.2.4 Der *Gerhard Mercator* zugeschriebene Ausgangsmeridian von *Corvo*

Die Behauptung, daß *Gerhard Mercator* für einige Zeit die Länge von *Corvo* im Westen der *Azoren* als Ausgangsmeridian benutzte, taucht zwar seit *Bernhard Varenius* immer wieder auf /VARENIUS 1650, Ausgabe 1664, S. 692; SCHERER 1703, S 12/; [PESCHEL 1865, S. 379-380; HAAG 1913, S. 42; STAMS 1986, S. 549], doch konnte in den Karten kein Längenwert gefunden werden, der darauf hinwies. *Mercator* hat nur, wie bereits erwähnt, auf der Weltkarte die Länge von *Corvo* mit einem kleinen Punkt markiert. Es ist richtig, daß zur Zeit des *Kolumbus* die Agone in der Nähe der westlichen *Azoren* verlief, doch hatte sie eine Ostdrift und befand sich zur Zeit *Mercators* wahrscheinlich auf der Länge von *Boa Vista* [GÜNTHER 1897, Bd. 1, S. 541]. Der von *Mercator* verwendete Ausgangsmeridian bezieht sich eindeutig auf die *Kap Verdischen Inseln*. Nach *P. Heinrich Scherer S.J.* soll *Mercator* den *Corvo*-Meridian nur in der Karte \Descriptione Terrae Polaris\, also für seine Polarkarte verwendet haben /SCHERER 1703, S. 12/. Auch diese Behauptung stimmt nicht. Sie kann sich nur auf die Polkarte \Sep: | tentrio: | nalivm | Terrarum de: | scriptio.\ des Atlas beziehen, da in der Nebenkarte der Weltkarte von 1569 der Ausgangsmeridian klar mit 'Insulae Capitis Viridis' gekennzeichnet ist. Bei der Karte des Polargebiets im Atlas kann man aber über eine Reihe von Anschlußpunkten, beginnend mit *Kevlavik* und *Stockholm* auf der Polarkarte über die Karten \Islandia\, \Svecia Et Norvegia\, \Daniae Regnu(m)\ auf die Karten \Germania\ und \Gallia Universalis Tabula\ kommen, die dem Meridiansystem der Regionalkarten mit *Palma* als Ausgangsmeridian angehören.

4.4.3 Einzelkarten und Globus von *Gerhard Mercator*

4.4.3.1 Die Weltkarte «Orbis Imago», 1538

Titel: Die Karte besitzt keinen Titel, wird aber allgemein als «Orbis Imago» bezeichnet.

Die Karte «Orbis Imago» steht noch ganz in der ptolemäischen Tradition. Die Karte ist in doppelt herzförmiger Abbildungsmethode entworfen und zeigt schematisch die beiden Inselgruppen der *Azoren* und *Kap Verden*. Die *Kanarischen Inseln* werden durch den Schriftzug 'Insulae Canariae' angedeutet. Obwohl, wie bei den Ptolemäuskarten öfters anzutreffen, nur Gebietsbezeichnungen eingetragen sind, lassen sich doch auf Grund anderer geographischer Merkmale verschiedene Ortspositionen festlegen. So kann z. B. die Länge *Lissabon*s, 4°15' Ost, durch die Mündung des *Tejo* oder die *Alexandria*s, 61°30' Ost, durch den westlichen *Nilarm* bestimmt werden.

Ausgangsmeridian:

Der Ausgangsmeridian der Längenzählung wurde bereits in Abschnitt 4.4.2.1 behandelt.

Untersuchungsergebnisse der Karte:

Ausgangsmeridian: nicht genau feststellbar, wahrscheinlich der Meridian von *Fuertaventura* wie am Globus von 1541. *Alexandria* (*Nildelta*) auf 61°30' Ost

Länge der Mittelmeerachse: 62°45'

Abbildungsmethode: Doppelt herzförmiger Netzentwurf nach Stab-Werner

Maßstab: 1 : 4,3 Millionen [KROGT 1994]

4.4.3.2 Der <Mercator-Globus>, 1541

Titel: Der <Globus> besitzt keinen Titel.

Der Globus ist *Nicolaus Perrenot von Granvelle* gewidmet. Ein Text auf einem Meridianstreifen lautet: 'Edebat Gerardus | Mercator Rupel | mundanus cum priui | legio Ces Maies tatis | ad an: Sex Louany an: | 1541' (*Gerhard Mercator* aus *Rupelmonde* hat ihn, mit Privileg der kaiserlichen Majestät für sechs Jahre, in *Löwen* im Jahre 1541 herausgegeben). Als Grund für die Anfertigung des Globus kurz nach der Fertigstellung jenes von *Gemma Frisius* gibt *Mercator* in einem Brief an *Antoine Perrenot von Granvelle* (1517-1586) seine Unzufriedenheit mit der Behandlung der neuen Entdeckungen in Asien durch die Kartographen an. Weiters zeichnete er die 1537 von *Petrus Nonius* (*Pedro Núñez* 1492-1577) erstmals beschriebenen Loxodromen auf dem Globus ein, wofür er allerdings zuerst eine geeignete Methode erfinden mußte.

Der Globus der Österreichischen Nationalbibliothek konnte nicht untersucht werden, da er hinter Glas aufbewahrt wird und seine dicke Bemalung viele Einzelheiten verdeckt. Die Ortspositionen wurden daher an einem Faksimile der Meridianstreifen bestimmt, was wesentlich genauere Messungen zuließ als sie auf der Globusoberfläche möglich gewesen wären. Ein Teil der Ortsnamen Europas ist am Globus wegen des Platzmangels verschlüsselt in die Streifen eingetragen und in einer Legende erklärt. In der Literatur wird dem Globus ein Durchmesser von 41 cm zugeschrieben. Eigene Messungen an den Mittellinien von Kopien der Meridianstreifen ergaben einen Umfang von 1241 mm und damit einen Durchmesser der Polachse von nur 395 mm, der Durchmesser am Äquator beträgt 403 mm.

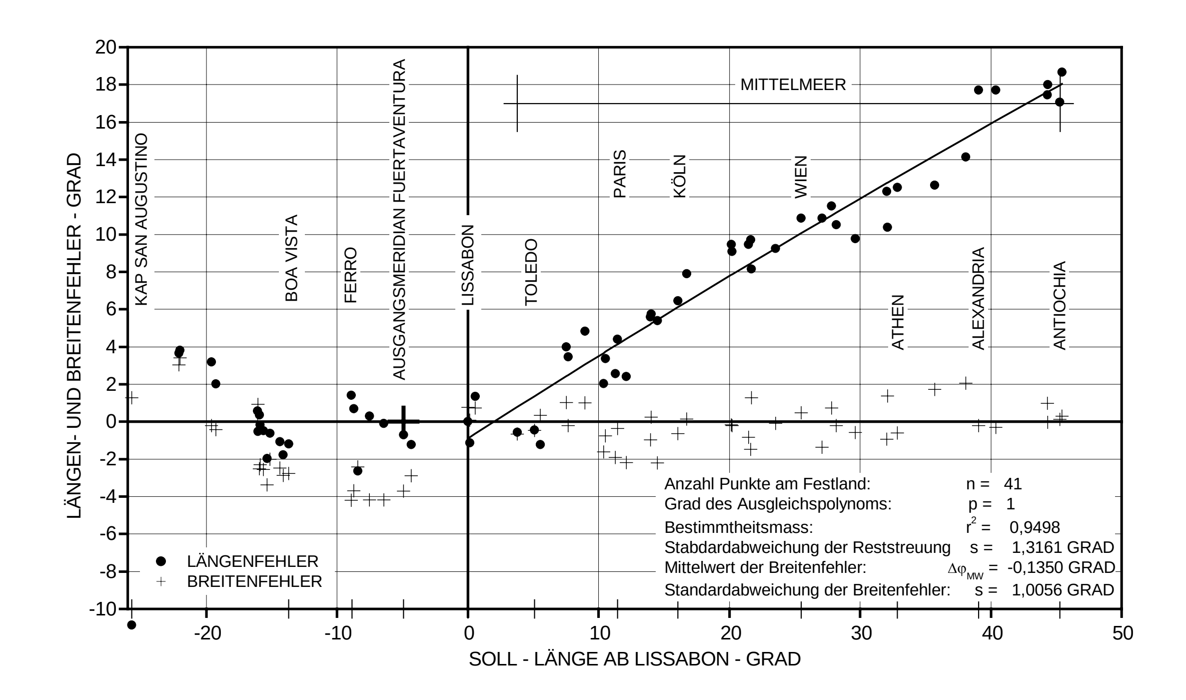


Abb. 4-15 Fehlerverlauf ab dem Ausgangsmeridian *Fuertaventura* der Globusstreifen *Gerhard Mercators* aus dem Jahre 1541. Der <Globus> steht noch ganz in der Tradition von *Cl. Ptolemäus.*

Ausgangsmeridian:

Der Ausgangsmeridian der Längenzählung, der sich am Rand zweier 30° Segmente befindet, verläuft über die Insel *'Forteuentura'* der *Kanaren* die damit auf zwei Meridianstreifen zu liegen kommt. Den Globusstreifen 330° bis 360° mit dem über *Fuertaventura* verlaufenden Meridian 360° zeigt die Reproduktion 4-13 im Anhang.

Verlauf der Längenfehler, bezogen auf *Lissabon*:

Längenfehler im Atlantik:

Da die Länge von *Lissabon* am Globus 4°12' beträgt, ergibt sich im Verhältnis zu *Fuertaventura* ein Längenfehler von –42'

Längenfehler am Festland:

Die Untersuchung ergab, daß der Globus noch zur ptolemäischen Geographie zu zählen ist. Der lineare Fehlerverlauf und etwa 20° Längenfehler der Längsachse des Mittelmeers sind für sie charakteristisch. Dies zeigt sich vor allem auch bei der starken Streuung der Längen- und Breitenfehler, die *Mercator* später nach eingehenden Untersuchungen stark verringern konnte. Diese Verhältnisse sind in Abbildung 4-15 dargestellt.

Untersuchungsergebnisse der Globusstreifen

Ausgangsmeridian: Meridian von *Fuertaventura* (*Kanarische Inseln*), 14°02' westlich von *Greenwich. Alexandria* liegt auf 60°30' Ost.

Länge der Mittelmeerachse zwischen *Gibraltar* und dem Ost-Ende des Mittelmeers: 59°07'

Äquatormaßstab: 1 : 32 Millionen

4.4.3.3 Die Europakarte, 1554, zweite Ausgabe <Europæ Descriptio>, 1572

Titel: - Die Ausgabe von 1554 trägt keinen Titel

- <Europæ descriptio emendata anno MDLXXII> (Beschreibung von Europa, verbessert im Jahre 1572)

Die Europakarte *Gerhard Mercators* aus dem Jahre 1554 und die Englandkarte von 1564, die lange als verloren gegolten hatten, wurde 1889 von *Alfons Heyer* zusammen mit einem Exemplar der Weltkarte von 1569 in der Breslauer Stadt-Bibliothek entdeckt. In seiner Beschreibung der Karte, sie besteht aus 15 Sektionen, kommt er zum Schluß, daß diese in der Stab-Werner'schen Abbildungsmethode entworfen und der Nullmeridian durch die Ost-Spitze der Insel *Ferro* festgelegt sei [HEYER 1890]. Die Karte wurde mit einigen Verbesserungen, sie betreffen vor allem den nordöstlichen Bereich des Kartenbildes und sind für das Untersuchungsgebiet ohne Bedeutung, 1572 neu aufgelegt.

Ausgangsmeridian:

Der Ausgangsmeridian der Längenzählung wurde ausführlich in Abschnitt 4.4.2.2 behandelt. Der Text in der Kartusche stellt fest, daß, *Ptolemäus* folgend, der Abstand zwischen der westlichsten Insel der *Kanaren* und *Alexandria Ægypti* 60½° betrage.

Obwohl die Weltkarte von 1569 bereits den neuen Ausgangsmeridian von *Boa Vista* der *Kap Verden* aufweist, wurde diese Änderung bei der Neuauflage der Europakarte im Jahre 1572 nicht berücksichtigt. Auch bei ihr wurde die alte Abbildungsmethode und damit der ptolemäische Ausgangsmeridian aus praktischen Gründen beibehalten. Eine Umstellung auf den Meridian von *Boa Vista* hätte umfangreiche Änderungen auf der gesamten Fläche der Kupferplatten erfordert. *Arthur Dürst* gibt eine genaue Beschreibung der Karte und ihrer Geschichte [DÜRST 1994]. Die Ergebnisse der Untersuchung der Ausgangsmeridiane *Mercators* sind in Abbildung 4-13 dargestellt. *Mercator* zog den Ausgangsmeridian der Europakarte über die Insel *Palma*, wie schon *Johann Gabriel Doppelmeier* in seiner 'Einleitung zur Geographie', schreibt /DOPPELMEIER 1737/. Die Textkartusche der Europakarte von 1572 zeigt die Reproduktion 4-10 im Anhang.

Verlauf der Längenfehler, bezogen auf *Lissabon*:

Längenfehler im Atlantik:

Da die Länge von *Lissabon* in der Europakarte 11° beträgt, ergibt sich ein Längenfehler gegenüber von *Palma* von 2°08'.

Längenfehler am Festland:

Diese Karte von 1554 ist eine der bedeutendsten Arbeiten *Gerhard Mercators*, in ihr wird erstmals, für ein breites Publikum ersichtlich, die Länge der Mittelmeerachse um 9° verkürzt. Den Verlauf der Längenfehler im Vergleich zu jenem von *Ptolemäus* zeigt Abbildung 4-12.

Untersuchungsergebnisse der Karte

Ausgangsmeridian: Meridian von *Palma* (*Kanarische Inseln*) und mit IST-Wert 60°30' westlich von *Alexandria* festgelegt, 17°50' westlich von *Greenwich*.

Länge der Mittelmeerachse zwischen *Gibraltar* und *Alexandretta*: 53°

Abbildungsmethode: Netzentwurf nach Stab-Werner

Maßstab: 1 : 4.360.000, [ECKERT 1921, S. 137]

4.4.3.4 Die Weltkarte <ad usum nauigantium>, 1569

Titel: <Nova et Aucta | Orbis Terrae | Descriptio ad | Vsvm Na | uigantium emendatè accomodata> (Neue und vergrößerte Beschreibung des Erdkreises zur Verwendung in der Seefahrt, verbessert und angepaßt)

Für die Entwicklung der Kartographie war diese Karte so wichtig, daß *Arthur Breusing* ihr Erscheinen mit der Reform der wissenschaftlichen Kartographie gleichsetzte [BREUSING 1883, S. 21]. Es handelt sich dabei um eine Weltkarte im winkeltreuen zylindrischem Netzentwurf, die als Wandkarte, bestehend aus 18 Blättern, 1569 erschien. Diese Karte war ihrer Zeit voraus, was zur Folge hatte, daß die Abbildungsmethode und ihre Vorteile für die Seefahrt lange nicht verstanden wurden.

Ausgangsmeridian:

Der Ausgangsmeridian der Längenzählung wurde ausführlich in Abschnitt 4.4.2.3 behandelt.

Verlauf der Längenfehler, bezogen auf *Lissabon*:

Längenfehler im Atlantik:

Die Länge von *Lissabon* in der Weltkarte beträgt 13°10' Ost. Der Längenfehler gegenüber *Boa Vista* beträgt nur –32'.

Längenfehler am Festland:

Das Ergebnis der Untersuchung des Fehlerverlaufs ist, abgesehen von den zusätzlichen Werten für die atlantischen Inseln, praktisch mit jenem der Europakarte identisch und ist in Abbildung 4-16 dargestellt. Die Karte zeigt eine, verglichen mit der Europakarte, um 2° höhere Längengradierung.

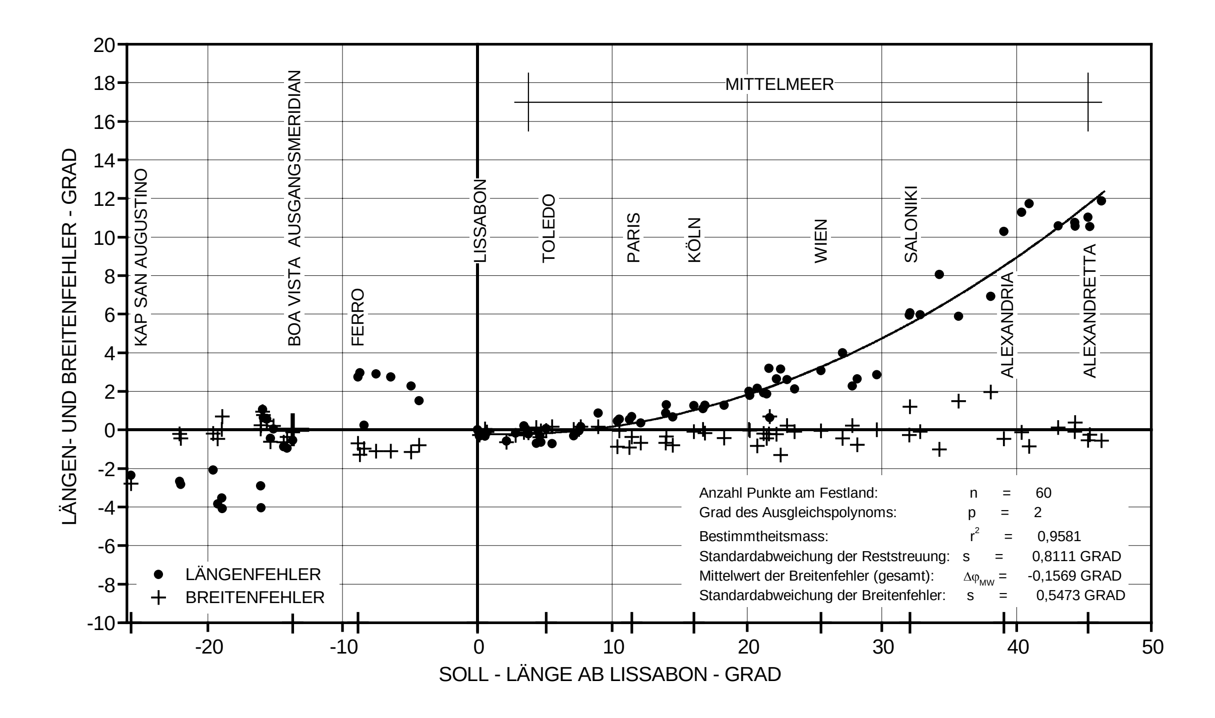


Abb. 4-16: Fehlerverlauf der Weltkarte *Gerhard Mercators* aus dem Jahre 1569 ab dem Bezugsmeridian *Lissabon*, Ausgangsmeridian *Boa Vista*.

Untersuchungsergebnisse der Karte

Ausgangsmeridian: Meridian von *Boa Vista* (*Kap Verdische Inseln*), 22°50' westlich von *Greenwich*. IST-*Alexandria* liegt auf 62°30' Ost.

Länge der Mittelmeerachse zwischen *Ceuta* und *Antiochia*: 52°50'

Abbildungsmethode: winkeltreuer zylindrischer Netzentwurf (Mercator-Projektion)

Äquatormaßstab: 1 : 20 Millionen

4.4.4 Der Mercator-Atlas von 1595

Titel: Atlas | Sive | Cosmographicae | Meditationes | de | Fabrica Mvndi et | Fabricati Figura | ... | Gerardo Mercatore Rupelmondano, | Illustrissimi Ducis Juliae Cliviae et Mon- | tis etc. Cosmographo Autor. | Cum Priuilegio. Dvisbvrgi Cliviorum. (Atlas oder kosmographische Überlegungen über die Erschaffung der Welt und die Form des Geschaffenen ...).

Gerhard Mercator begann die Arbeit an seinem Atlas schon 1564. Er beabsichtigte darin, eine Beschreibung des Himmels und der Erde in 5 Teilen zu geben:

1. Die Schaffung der Welt
2. Eine Beschreibung des Himmels
3. Eine Beschreibung der Erde
4. Genealogie und Geschichte der Staaten und
5. Eine Chronologie.

Dieses umfangreiche Programm konnte *Mercator* allerdings wegen seiner zeitaufwendigen Arbeitsweise bis zu seinem Tod nicht fertigstellen. Das Titelblatt des Atlas von 1595 zeigt die Reproduktion 4-14 im Anhang.

Im modernen Teil des Atlas sind zusätzlich zu den bereits vorher erschienenen 73, von *Mercator* selbst signierten Regionalkarten, noch weitere 29 neue eingebunden, was die Zahl von *Mercators* eigenen Karten auf 102 bringt. Zusätzlich sind vor den Regionalkarten *Gerhard Mercators* die Übersichtskarten von seinem Sohn *Rumold* und seinen Enkelkindern *Gerhard II* und *Michael* (um 1567-1614) eingebunden. Damit beträgt die Gesamtzahl der Karten dieses Teils des Atlas 107.

Die Nachfrage nach dem Atlas scheint nicht sehr groß gewesen zu sein, wahrscheinlich wegen der fehlenden Karten der Iberischen Halbinsel und der Gebiete östlich von *Istanbul*. Auch machte sich die starke Konkurrenz des 'Theatrum Orbis Terrarum' von *Ortelius* bemerkbar, das seit 1570 bereits 12 Auflagen in verschiedenen Sprachen erlebte und das wesentlich vollständiger war als *Mercators* Atlas. Eine Neuauflage wurde erst 1602 notwendig, wobei allerdings der Inhalt des Atlas nicht vermehrt wurde. Nach dem Tode *Rumolds* 1599 kaufte *Gerhard (II) Mercator* 1604 die Kupferplatten aus seinem Nachlaß und kurz darauf befanden sie sich im Besitz von *Jodocus (Josse) Hondius* (1573-1612), der bereits 1606 eine neue Auflage des Atlas herausgab. Diese Auflage wurde gegenüber den beiden vorhergehenden stark erweitert und enthielt 143 Karten. Diese Erweiterung erfolgte jedoch auf Kosten der Einheitlichkeit des Aussehens der Karten, da diese aus verschiedenen Quellen unkritisch übernommen wurden. Doch war dieser Weg, wie die dann rasch aufeinander folgenden Ausgaben zeigen, geschäftlich sehr erfolgreich. Nach dem Tode von *Jodocus Hondius* 1612 wurde der Verlag zuerst von seiner Witwe *Coletta*, einer Schwester *Pieter van den Keeres*, geleitet und ging dann in die Hände seiner Söhne *Jodocus d. J.* (1594/95-1629) und *Henricus* (1597-1651) über. Eine große Zahl von Auflagen in verschiedenen Sprachen erschien weiter mit dem Namen *Gerhard Mercators* am Titelblatt. Die letzte Auflage, die 1637 unter dem Namen *Mercators* erschien, umfaßte bereits 470 Karten [KEUNING 1947].

Verlauf der Längenfehler im Atlas von 1595, bezogen auf *Lissabon*:

Längenfehler im Atlantik:

Mit Ausnahme der Regionalkarten des Atlas sind die Welt- und Erdteilkarten auf den Meridian von *Boa Vista* bezogen und weisen gegenüber *Lissabon* Längenfehler von unter –30' auf.

Längenfehler am Festland:

Die Erdteilkarten des Atlas hängen hinsichtlich der Fehlerverläufe ganz von den beiden großen Karten *Gerhard Mercators* ab, auch wenn sie von seinem Sohn oder Enkel gestochen wurden. Die Daten dieser Karten befinden sich auf der CD 'Auswertungen'.

4.4.4.1 Die Weltkarte Rumold Mercators, 1587

Titel: \Orbis Terrae Compendiosa Descriptio\ (Zusammenfassende Beschreibung des Erdkreises)

Die im Atlas mit A bezeichnete Karte wurde von *Rumold Mercator* bereits 1587 veröffentlicht und ist eine in Form von Planigloben gebrachte Adaption der Weltkarte seines Vaters von 1569. Die Karte ist auch im Atlas *Honds* von 1623 von der gleichen Platte, jedoch ohne Legende enthalten.

Ausgangsmeridian:

Der den Ausgangsmeridian betreffenden Text der Legende unter der Karte ist in Abschnitt 4.4.2.2 angeführt. Obwohl dieser Text die ' ... occidentalissimam insulam Canarium ...' (... westlichste Insel der Kanaren ...) erwähnt, bezieht er sich aber offensichtlich auf den früher verwendeten Ausgangsmeridian der *Kanaren*. Der Ausgangsmeridian auf der Karte *Rumolds* verläuft jedoch entlang des West-Randes von *S. Miguel* und durch *Santa Maria* der *Azoren* sowie ca. 1°20' westlich an *Ferro* vorbei. Es sind auf dieser Karte jedoch nur die Inselgruppen der *Kanaren* und *Azoren*, nicht aber die einzelnen Inseln bezeichnet, die *Kap Verdischen Inseln* sind bemerkenswerterweise überhaupt nicht eingezeichnet. Es handelt sich hier aber zweifellos um den Ausgangsmeridian der Weltkarte von 1569 durch *Boa Vista*.

Untersuchungsergebnisse der Karte

Ausgangsmeridian: Meridian von *Boa Vista* (*Kap Verden*), 22°50' westlich von *Greenwich, Alexandria* ist nicht eingezeichnet,

Länge der Mittelmeerachse zwischen *Gibraltar* und *Antiochia: 52°*

Abbildungsmethode: äquatorständiger stereographischer Netzentwurf

Durchmesser der Planigloben: 254 mm

4.4.4.2 Die Europakarte, 1595

Titel: \Evropa, | ad magnae Evropae Ge: | rardi Mercatoris P. imitati: | onem, Rumoldi Mercatoris F. | cura edita, seruato tamen | initio longitudinis ex ratio: | ne magnetis, quod Pater | in magna sua vniuer: | sali posuit.\ (Europa als Nachahmung der großen Europakarte *Gerhard Mercators*, des Vaters von *Rumold Mercator*, dem Sohn mit Sorgfalt herausgegeben. Es wurde aber der Anfang der Längenzählung, den der Vater in seiner großen Weltkarte aus Deklinationsüberlegungen verwendete, beibehalten).

Diese Karte, im Atlas mit B bezeichnet, wurde ebenfalls von *Rumold Mercator*, nach der Europakarte *Gerhard Mercators* aus den Jahren 1554/72, entworfen. Die Karte ist, wie auch die Weltkarte, im Hond-Atlas von 1623 von der gleichen Platte eingebunden. Die Auswertung der Erdteilkarten erfolgte gemeinsam mit der Weltkarte *Rumold Mercator*s von 1587.

Ausgangsmeridian:

Das System der Längenzählung ist auf den Meridian von *Boa Vista* umgestellt, wie auch aus der Titellegende hervorgeht. Dies bestätigt auch ein Vergleich mit der Afrikakarte. Die Karten besitzen sieben gemeinsame Paßpunkte, die mit 3' ± 8' Differenz praktisch identisch sind. Der Ausgangsmeridian von *Boa Vista*, der auf der Afrikakarte eindeutig festgestellt werden kann, gilt also auch für diese Europakarte.

Untersuchungsergebnisse der Karte

Ausgangsmeridian: Meridian von *Boa Vista* (*Kap Verden*), 22°50' westlich von *Greenwich*

Länge der Mittelmeerachse zwischen *Gibraltar* und *Antiochia*: 53°

Abbildungsmethode: Kegelabbildung mit den längentreuen Breitenkreisen 40° und 60° Nord; wie in der Textkartusche vermerkt.

Maßstab: 1 : 15 bestimmt durch Messungen der Maßstabsleiste und am längentreuen Breitenkreis 40°

4.4.4.3 Die Afrikakarte, 1595

Titel: \Africa | Ex magna orbis ter | rae descriptione Gerardi | Mercatoris desumpta, | Studio & industria | G. M. | Iunioris.\ (Afrika. Aus der großen Beschreibung des Erdkreises von *Gerhard Mercator* übernommen, mit Eifer und Fleiß, G.M. der Jüngere).

Diese Karte, sie trägt im Atlas den Buchstaben C, wurde von *Gerhard (II) Mercator*, einem Sohn *Arnold Mercators* (1537-1587), entworfen. Als Vorlage diente die Weltkarte von 1569.

Ausgangsmeridian:

Auf der Afrikakarte verläuft der Ausgangsmeridian wieder durch die Inseln *Maio*, *Boa Vista* und *Sal*, die *Azoren* liegen außerhalb des Kartenbildes. Die *Kanarischen Inseln* liegen fast am Nord-Rand der Karte und zeigen, wie schon auf der Weltkarte von 1569, daß die West-Spitze von *Palma* etwas weiter im Westen liegt als jene von *Ferro*.

Untersuchungsergebnisse der Karte

Ausgangsmeridian: Meridian von *Boa Vista* (*Kap Verden*), 22°50' westlich von *Greenwich*

Länge der Mittelmeerachse zwischen *Gibraltar* und *Damaskus*: 52°50'

Abbildungsmethode: mittabstandstreuer azimutaler Netzentwurf nach Stab-Werner

Äquatormaßstab: 1 : 21 Millionen

4.4.4.4 Die Amerikakarte, 1595

Titel: \America | sive | India Nova. | ad magnae Gerardi Merca: | toris sui Vniversalis imi: | tationem, in compendi: | um redacta. | Per Michaelem Mercatorem | Duysburgensem\. (Amerika, auch Neuindien. Als Nachahmung der großen Weltkarte von *Gerhard Mercator* mit Vorteil wiedergegeben. Durch den Duisburger *Michael Mercator*.)

Diese Karte mit der Bezeichnung E wurde von *Michael Mercator*, einem jüngeren Bruder von Gerhard (II), entworfen. Als Vorlage diente wieder die Weltkarte von 1569. Diese Karte zeigt im Untersuchungsgebiet nur einen Teil der atlantischen Inseln.

Ausgangsmeridian:

Im atlantischen Bereich ergibt sich zwar eine Abweichung der Längenwerte von -30'±15' gegenüber der Weltkarte von 1569, doch handelt es sich auch hier um den Ausgangsmeridian von *Boa Vista*, auch wenn die östlichen Inseln der *Kap Verden* außerhalb des Kartenbildes liegen und daher ihre genaue Lage nicht feststellbar ist.

Untersuchungsergebnisse der Karte

Ausgangsmeridian: Meridian von *Boa Vista* (*Kap Verden*), 22°50' westlich von *Greenwich*

Länge der Mittelmeerachse: nicht feststellbar

Abbildungsmethode: äquatorständiger stereographischer Netzentwurf

Durchmesser des Planigloben 180°-360°: 332 mm

4.5 Niederländische und französische Kartographen des 16. und 17. Jahrhunderts

4.5.1 *Abraham Ortelius*; Atlas 1570

Titel: 'Thea | trum | Orbis | Terra | rum', (Schauplatz des Erdkreises), 1570

Bedingt durch den Tod seines Vaters mußte sich *Abraham Ortelius* (*Örtel*, 1527-1598) bereits früh seinen Lebensunterhalt selbst verdienen. Er wurde schon mit 20 Jahren in *Hulst* als Kartenmaler und Kaufmann in die St. Lukas-Gilde aufgenommen. *König Philipp II. von Spanien* ernannte *Ortelius* 1573 zum königlichen Kartographen; er starb 1598 in Antwerpen.

Abraham Ortelius faßte als erster Kartograph den Plan, eine Kartensammlung in einheitlichem Format und als Buch gebunden herauszugeben. Dieser Atlas, wie er später nach *Mercator* benannt wurde, erschien 1570 in Antwerpen unter dem Titel 'Theatrum Orbis Terrarum' mit 70 Karten auf 53 Foliobögen. Die Karten sind, entsprechend ihren Vorlagen nicht einheitlich ausgeführt und weisen in der Ausgabe von 1570 in der Mehrzahl keine Gradierung auf. Auch die Orientierung der Karten ist nicht einheitlich nach Norden ausgerichtet. Vor den Kartenteil setzte er unter dem Titel 'Catalogus auctorum tabularum geographicarum' ein Verzeichnis aller ihm bekannten Kartographen, das damals 87 Namen umfaßte und später auf 183 Namen erweitert wurde. Dieser Teil seines Atlas bildet heute eine wichtige kartographiegeschichtliche Quelle. Das 'Theatrum' erlebte von 1570 bis 1612 insgesamt 33 Auflagen. Bis zur letzten Ausgabe war der Umfang des Atlas von ursprünglich 53 auf 166 Kartenblätter angewachsen.

Einen umfassenden Überblick über die Entwicklung und Geschichte der Ortelius-Atlanten sowie die verschiedenen Verleger und Drucker des 'Theatrum' nach *Ortelius* Tod bringen *Brandmair* und *Skelton* [BRANDMAIR 1914; SKELTON 1968].

4.5.1.1 Die Weltkarte \Typus Orbis Terrarum

Die Weltkarte ist in der ovalen, *Apian* zugeschriebenen Abbildungsmethode entworfen und enthält im Untersuchungsgebiet nur sehr wenige Orte. Die Karte hängt inhaltlich stark von *Mercator* ab, und sie zeigt den von *Mercator* erst 1569 gebrauchten Ausgangsmeridian von *Boa Vista*. Wegen der geringen Zahl der verfügbaren Punkte wurde keine Auswertung der Längenfehler durchgeführt.

Untersuchungsergebnisse der Karte

Ausgangsmeridian: Meridian von *Boa Vista* (*Y. de capo Verde*), 22°50' westlich von *Greenwich*, *Alexandria* auf 63° Ost

Länge der Mittelmeerachse zwischen *Ceuta* und dem *Golf von Alexandretta*: 53°

Abbildungsmethode: ovaler Netzentwurf nach *Apian*

Äquatormaßstab: 1 : 81 Millionen

4.5.1.2 Die Erdteilkarten von Europa, Afrika und Amerika

Titel: - \Evropae\

- \Afri= | cae Ta= | bula | Nova\
- \Americae Sive | Novi Orbis, No= | va Descriptio\

Ausgangsmeridiane:

Die Kupferplatte der Europakarte war anscheinend bereits gestochen, als *Mercator* seinen Ausgangsmeridian nach *Boa Vista* verlegte. Die Weltkarte \Typus Orbis Terrarum\ und die Karten Afrikas und Amerikas konnten noch auf das neue Bezugssystem umgestellt werden. Die Karte Afrikas zeigt zwar den Ausgangsmeridian über das Zentrum Boa Vistas, die Längenwerte von Gibraltar und Alexandretta stimmen jedoch mit den Werten der Europakarte überein.

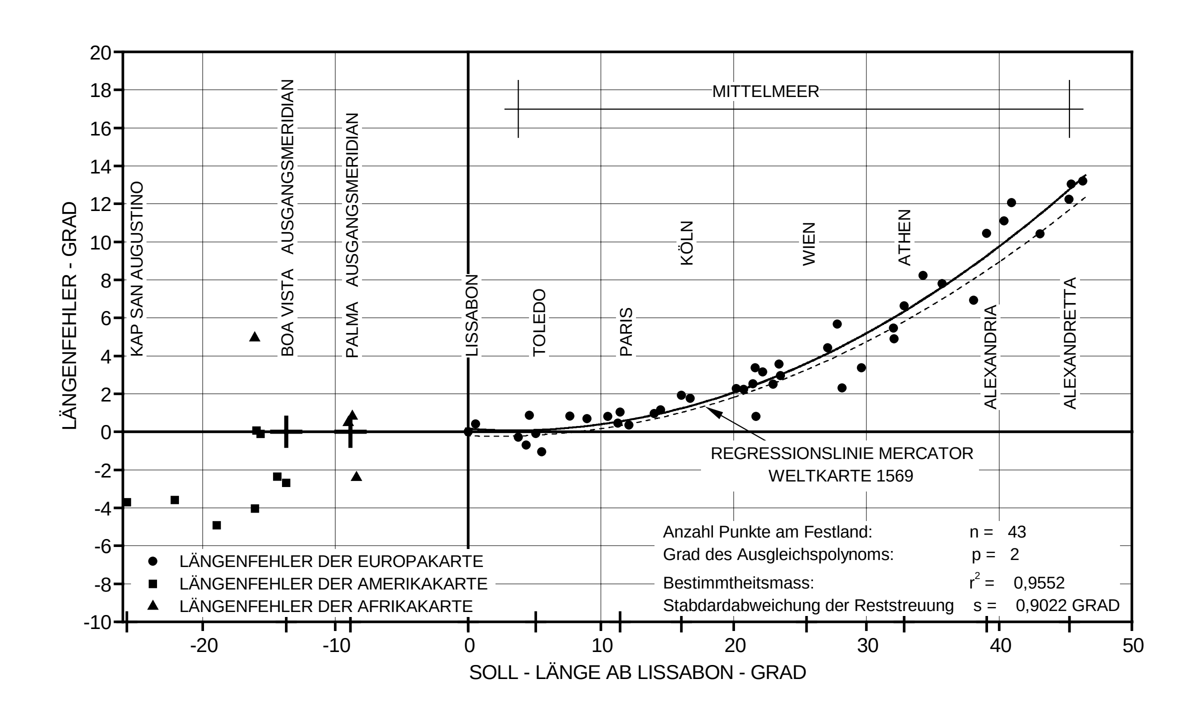


Abb. 4-17: Fehlerverlauf der Europakarte in *Ortelius* 'Theatrum Orbis Terrarum' ab dem Bezugsmeridian *Lissabon*. Die starke Abhängigkeit von *Mercator* zeigt ein Vergleich mit dem Ausgleichspolynom seiner Weltkarte von 1569. Die Längen im Atlantik wurden den Afrika- und Amerikakarten entnommen.

Verlauf der Längenfehler, bezogen auf *Lissabon*

Längenfehler im Atlantik:

Die Länge von *Lissabon* beträgt in der Europakarte wie in der *Gerhard Mercators* 11° Ost, der Ausgangsmeridian ist also durch *Palma* festgelegt. Die Afrikakarte stimmt zwar bei der Länge *Gibraltars*, 14°30', mit der Europakarte überein, paßt jedoch beim Ausgangsmeridian zur Amerikakarte mit dem Meridian 360° bei *Boa Vista*. Andererseits liegen *St. Michael / Santa Maria* (*Azoren*) in der Amerikakarte auf etwa 359°, in der Afrikakarte aber nur auf 350°. Den Kartenausschnitt mit dem über *Boa Vista* verlaufenden Meridian 360° der Amerikakarte zeigt die Reproduktion 4-15 im Anhang.

Längenfehler am Festland:

Den Fehlerverlauf der Erdteilkarten zeigt Abbildung 4-17. Zum Vergleich wurde auch das Ausgleichspolynom der Weltkarte *Gerhard Mercators* aus dem Jahre 1569 eingetragen, das zeigt, daß *Ortelius*, wie auch aus der Literatur bekannt, mit *Mercator* in engem Kontakt stand.

Untersuchungsergebnisse der Karten:

Europakarte:

Ausgangsmeridian: Palma 17°50' westlich von *Greenwich,* entsprechend der Europakarte *G. Mercators Alexandria* liegt auf 60°30' Ost

Länge der Mittelmeerachse: zwischen *Gibraltar* und *Alexandretta:* 54° (Europa- und Afrikakarte)

Abbildungsmethode: kein durchgezogenes Gradnetz, konisch

Graphischer Maßstab: 1 : 14,6 Millionen

Afrikakarte:

Ausgangsmeridian: Boa Vista (*Kap Verden*) 22°50' westlich von *Greenwich* (auch über die Ost-Spitze von *Santiago*)

Abbildungsmethode: Trapezkarte

Äquatormaßstab: 1 : 23 Millionen

Amerikakarte:

Ausgangsmeridian: Boa Vista (*Kap Verden*) 22°50' westlich von *Greenwich*

Abbildungsmethode: Ausschnitt aus Ovalkarte ?

Äquatormaßstab: ca. 1 : 41 Millionen

4.5.2 *Pieter van den Keere*; Weltkarte 1622

Titel: <Nova Totius Terrarum Orbis Geographica ac Hydrographica Tabula> (Neue geographische und hydrographische Karte des gesamten Erdkreises)

Einen Stammbaum zu den Verwandtschaftsverhältnissen der Familien *van den Keere* und *Hond* bringt [KEUNING 1948].

Ausgangsmeridian:

Die atlantischen Längenverhältnisse wurden gegenüber *Mercator* stark verändert. *Kap San Augustino* wurde, auf *Lissabon* bezogen, 3°35' nach Osten verschoben. Die *Azoren* verschoben sich im Mittel um 3°55' nach Westen und wurden von 7°25' auf 9°30' gestreckt. Dadurch kam der durch *Corvo* fixierte Ausgangsmeridian etwa 5° westlich von *Kap San Augustino* zu liegen. Die *Kap Verden* verschoben sich im Mittel nur um 18' und *Ferro*, in den *Kanaren,* um 30' nach Westen.

Verlauf der Längenfehler, bezogen auf *Lissabon*

Längenfehler im Atlantik:

Da *Lissabon* in der Karte mit 23°45' eingetragen ist, beträgt der Längenfehler von *Corvo* +1°45'

Längenfehler am Festland:

Die Weltkarte zeigt im Bereich Mitteleuropas wegen ihres Maßstabes nur wenige und ungenaue Ortspositionen. Diese werden daher im Bereich zwischen *Amsterdam* und *Debreczen* durch 20 Ortspositionen der Karte <Germaniae post omnes in haec forma editiones exactissima locupletissimaque descriptio> von *Wilhelm Jansson* aus dem Jahre 1609 ergänzt. Diese Werte liegen etwas über jenen der Weltkarte, sind aber eindeutig einem Ausgangsmeridian der westlichen *Azoren* zuzuordnen, obwohl dieser nicht auf der Karte vermerkt ist.

Eine Verwechslung mit anderen Ausgangsmeridianen ist wegen der großen Längendifferenz nicht möglich. Da die Germaniakarte im Westen nicht bis *Lissabon* reicht, wurden ihre Längenwerte mit der mittleren Längendifferenz zur Weltkarte auf diesen Referenzmeridian umgerechnet. Der Fehlerverlauf beider Karten gemeinsam ist in Abbildung 4-18 dargestellt. Die Punktlagen beider Karten zeigen eine gute Übereinstimmung.

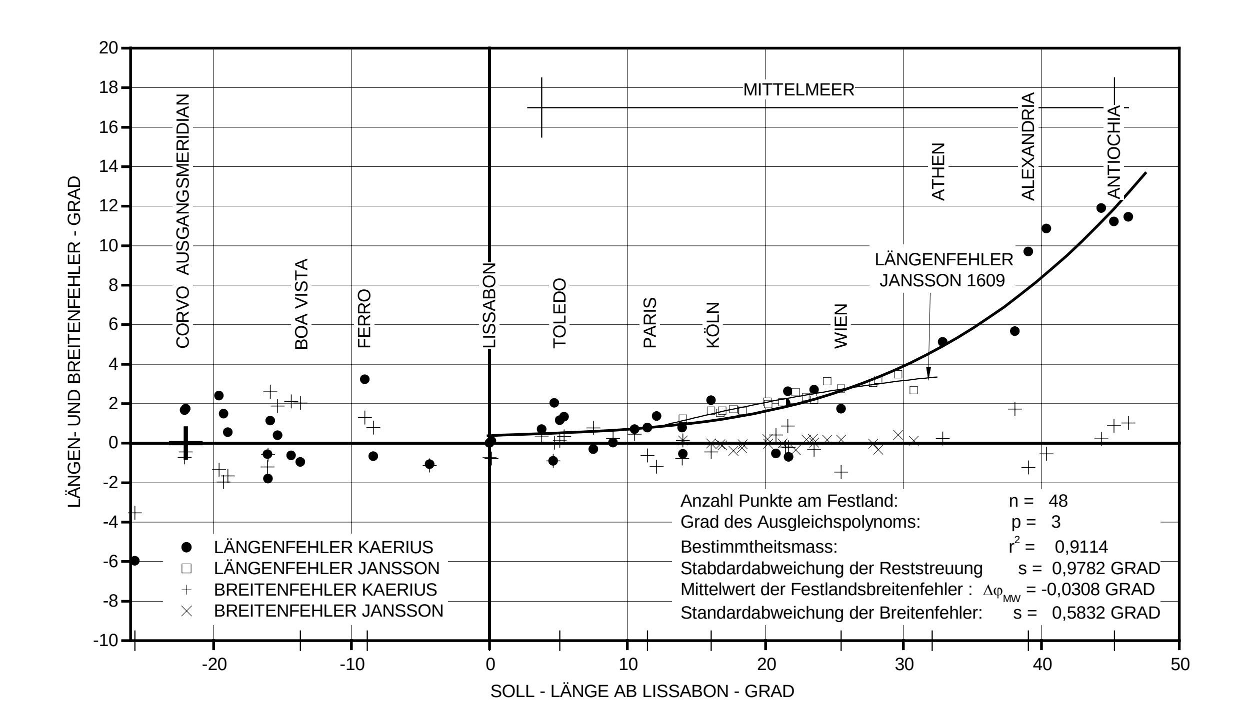


Abb. 4-18: Fehlerverlauf ab dem Bezugsmeridian *Lissabon* in der Weltkarte <Nova Totius Terrarum Orbis Geographica ac Hydrograpica Tabula> von *Petrus Kaerius*, 1622. Im Bereich Mitteleuropas durch Werte der \Germania\ -Karte von *Willem Jansson*, 1609, ergänzt.

Die Längendifferenz zwischen *Gibraltar* und *Alexandretta* beträgt auf der Weltkarte 52° und liegt damit etwas besser als bei *Mercator*. Die Weltkarte ist wie jene von *Mercator* aus dem Jahre 1569 in seiner winkeltreuen zylindrischen Abbildung entworfen und zeigt vor allem auf dem Festland eine starke Abhängigkeit von ihr. Der Maßstabsunterschied von etwa 1 : 20 Millionen bei *Mercator* zu 1 : 97 Millionen (am Äquator) bei *Kaerius* bedingt allerdings wesentlich weniger Ortseinträge und einen sehr ungenauen Stich, da offensichtlich manchmal Orte aus Platzgründen verschoben eingetragen wurden. Am Festland beträgt der mittlere Längenunterschied zwischen den beiden Karten 9' ± 1°06', für 26 Positionen.

Die Längenwerte dieser Karte unterscheiden sich, wie Abbildung 4-19 zeigt, wegen des weit westlich liegenden Ausgangsmeridians deutlich von den Längenwerten *Mercators*.

Untersuchungsergebnisse der Karte

Ausgangsmeridian: Meridian von *Corvo* 31°08' westlich von *Greenwich*, *Alexandria* auf 72°30' Ost.

Länge der Mittelmeerachse zwischen *Gibraltar* und *Alexandretta*: 52°

Abbildungsmethode: winkeltreue zylindrische Abbildung nach *Mercator*

Äquatormaßstab: 1 : 97 Millionen

4.5.3 *Heinrich Hond*; Atlas 1623

Titel: 'Atlas | Sive | Cosmographicae | Meditationes | de | Fabrica Mvndi et | Fabricati Figura | ... Gerardo Mercatore Rupelmondano, | Illustrissimi Ducis Juliae Cliviae & Mon- | tis &c. Cosmographo Autor. | Cum Priuilegio. Dvisbvrgi Cliviorum.' (Atlas oder kosmographische Überlegungen über die Erschaffung der Welt und die Form des Geschaffenen ...).

Die Geschichte des Mercator-Atlas und seine Weiterführung durch die Familie *Hondt* sowie den späteren Übergang der Kupferplatten an *W. J. Bleau*, ab 1630 beschreibt *Johannes Keuning* [KEUNING 1947; KEUNING 1948].

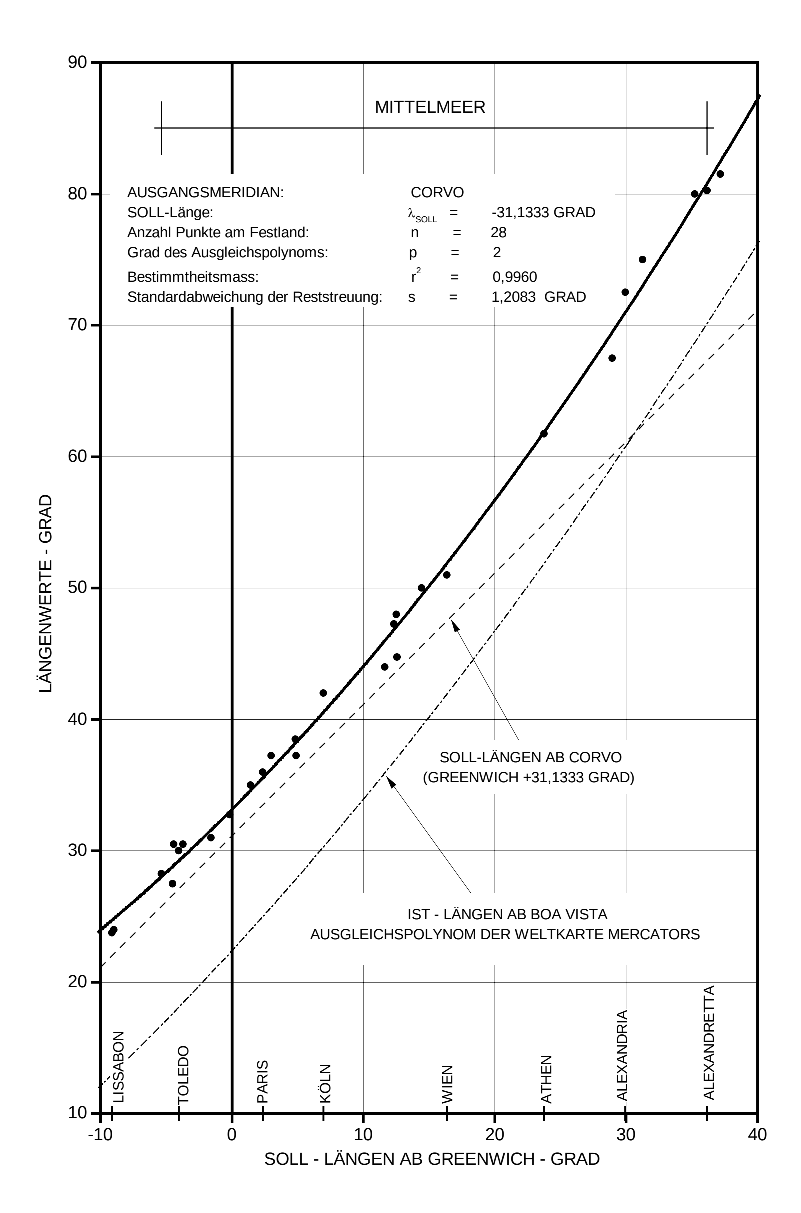


Abb. 4-19 IST-Längenwerte der Weltkarte <Nova Totius Terrarum Orbis Geographica ac Hydrograpica Tabula> von *Petrus Kaerius*, 1622.

In diesem Atlas, herausgegeben von *Hendrik Hond* (1597-1651), sind die Erdteilkarten aus dem Mercator-Atlas von 1595 zu Beginn des Kartenteils angeordnet. Die von *Jodok Hond* (d.J.? 1594/95-1629) entworfenen Erdteilkarten sind im Atlas, jeweils zu Beginn der Regionalkarten des entsprechenden Kontinents, eingebun

den. Hinsichtlich der Längenfehler der Karten sind die atlantischen Längen etwas besser getroffen als bei *Mercator*; bei den Festlandslängen zeigen sich keine Fortschritte.

Die Erdteilkarten von Europa und Amerika

Titel: - \Nova | Europae | Descriptio | Auctore | Iodoco Hondio\

- \America\

Ausgangsmeridian:

In einer Notiz 'Lectorem Salutem', erklärt *Hond*, daß er weitgehend *Gerhard Mercator* folge, jedoch: ' ... Ceterum monendum es (Candide Lec- | tor) nos in quatuor partibus generalibus locorum longitudinem non a Ptolomaico Meridiano ince- | pisse , sed ab Insulis Flandricis (quae vulgo Azores vocantur) quod acus nautica ibi recta in Septem- | trionen vergit'. /HOND 1623/ (Im übrigen ist zu vermerken (redlicher Leser) daß wir in den vier Karten der Kontinente die Längen der Orte nicht mit dem ptolemäischen Meridian beginnen ließen sondern bei den *Flandrischen Inseln* (welche allgemein *Azoren* genannt werden), weil die Magnetnadel dort genau nach Norden zeigt). Der gleiche Text auf Französisch findet sich auch im Hond-Atlas von 1628.

Der Meridian 360° verläuft auf der Amerikakarte etwa 1°30' östlich von *Corvo* durch die Inselgruppe der *Azoren* und verläuft, wahrscheinlich durch den Stich bedingt, ca. 10' westlich einer Insel mit der Breite 39°15' Nord. Da die einzelnen Inseln nicht bezeichnet sind, ist eine eindeutige Identifikation nicht möglich. Auf Grund der relativen Lage der Inseln zueinander kann aber mit großer Wahrscheinlichkeit auf den Meridian der Insel *Fayal* - 28°43' westlich von *Greenwich* - als beabsichtigten Ausgangsmeridian der Längenzählung geschlossen werden.

Die Europakarte

Verlauf der Längenfehler, bezogen auf *Lissabon*

Längenfehler im Atlantik:

Lissabon liegt in der Europakarte auf 18°42'. Da als Ausgangsmeridian der Meridian der Azoreninsel *Fayal* anzunehmen ist, beträgt der Längenfehler -53'.

Längenfehler am Festland:

Das Ausgleichspolynom der Längenfehler des Festlands, bezogen auf *Lissabon*, liegt durchwegs etwa 2° schlechter als jene von *Mercators* Weltkarte von 1569, verläuft aber weitgehend parallel zu ihr.

Untersuchungsergebnisse der Karte

Ausgangsmeridian: Meridian von *Fayal* 28°43' westlich von *Greenwich*, *Alexandria* auf 69°51' Ost

Länge der Mittelmeerachse zwischen *Gibraltar* und *Alexandretta*: 53°30'

Abbildungsmethode: konisches Netz, ähnlich der Abbildungsmethode der Europakarte im Mercator-Atlas von 1595

Maßstab: 1 : 15 Millionen

Die Amerikakarte

Untersuchungsergebnisse der Karte

Abbildungsmethode: Ausschnitt eines ovalen Netzentwurfs nach *P. Apian*

Äquatormaßstab: 1 : 42 Millionen

4.5.4 *Heinrich Hond*; Atlas 1636

Titel: - 'Gerardi Mercatoris et I. Hondii | Atlas | or | A Geographicke description, | ... of the | World Translated by Henry Hexham | Quarter-maister to the Regiment of | Colonel Gornig | Printed at | Amsterdam, | By Henry Hondius, | And | Iohn Iohnson. | Anno 1636' (Band I)

- 'Gerardi Mercatoris | Atlas | or | A Geographicke description, | ... of the | World ... | The second Volumee Editio ultima, Sumptibus &t typis aeneis Henrici Hondij, Amsterodami 1636' (Band II)

Die Erdteilkarten von Europa, Afrika und Amerika

Titel: - \Evropa | Exactissime | Descripta |Auctore | Henrico Hondio | 16 ... 31\

- \Africae | nova Tabula. | Auct. Hen. Hondio. | 1631\

- \America | noviter delineato | Auct: Henrico Hondio. | 1631.\

Ausgangsmeridian:

In Band I ist auf S. 35 bezüglich des Ausgangsmeridians folgende Bemerkung zu finden: 'now we must hold that the longitude is a certaine space or intervall of the Aequator, closed betweene two Meridians, the one from the Isles called Assores, from whence it taketh the beginning, the other from that place or Region, whereof we would know the distance.'

Die Erdteilkarten des Atlas, sie wurden 1631 von *Heinrich Hond* (1597-1651) neu entworfen, zeigen allerdings nicht mehr den Ausgangsmeridian von 1623 durch die westlichen *Azoren*. Der mittlere Längenunterschied von 14 Inseln im Atlantik beträgt 5°50' ±56' nach Osten, und auf der Afrikakarte verläuft der Ausgangsmeridian über die Mitte der Insel *Santiago*. Den Kartenausschnitt mit dem über die Insel *Santiago* der *Kap Verden* verlaufenden Meridian 360° der Afrikakarte zeigt die Reproduktion 4-16 im Anhang. Auf der Amerikakarte streift der Meridian 360° die West-Spitze von *Santiago* und die Ost-Spitze von *St. Michael* in den *Azoren*. Die drei Karten gehören zu einem einheitlichen Längensystem. Die älteren Planigloben des Atlas zeigen einen Ausgangsmeridian, der knapp östlich an den *Kap Verden* vorbeiläuft und die Ost-Spitze von *St. Michael* streift; die Lage der beiden Inselgruppen zueinander wurde also verschoben.

Verlauf der Längenfehler, bezogen auf *Lissabon*

Längenfehler im Atlantik:

Die Insel *Santiago* der *Kap Verden* zeigt gegenüber *Lissabon* einen Längenfehler von 1°58'.

Längenfehler am Festland:

Die Längenfehler der Erdteilkarten von 1631/1636 sind in Abbildung 4-20 dargestellt. Die Karten zeigen eine Verbesserung der Festlandslängen gegenüber dem Atlas von 1623. Zusätzlich zu dem Ausgleichspolynom des Fehlerverlaufs der Karten dieses Atlas sind auch jene der Weltkarte *Mercators* von 1569 und der Karten *Honds* von 1623 zum Vergleich in das Diagramm eingetragen.

Untersuchungsergebnisse der Karten

Ausgangsmeridian: Meridian von *Santiago* (*Kap Verden*) 23°30' westlich von *Greenwich*, *Alexandria* auf 64°20' Ost

Länge der Mittelmeerachse zwischen *Gibraltar* und *Alexandretta*: 51°35'

- \Evropa | Exactissime | Descripta\

Abbildungsmethode: unechter konischer Netzentwurf nach Bonne

Maßstab: 1 : 13,1 Millionen

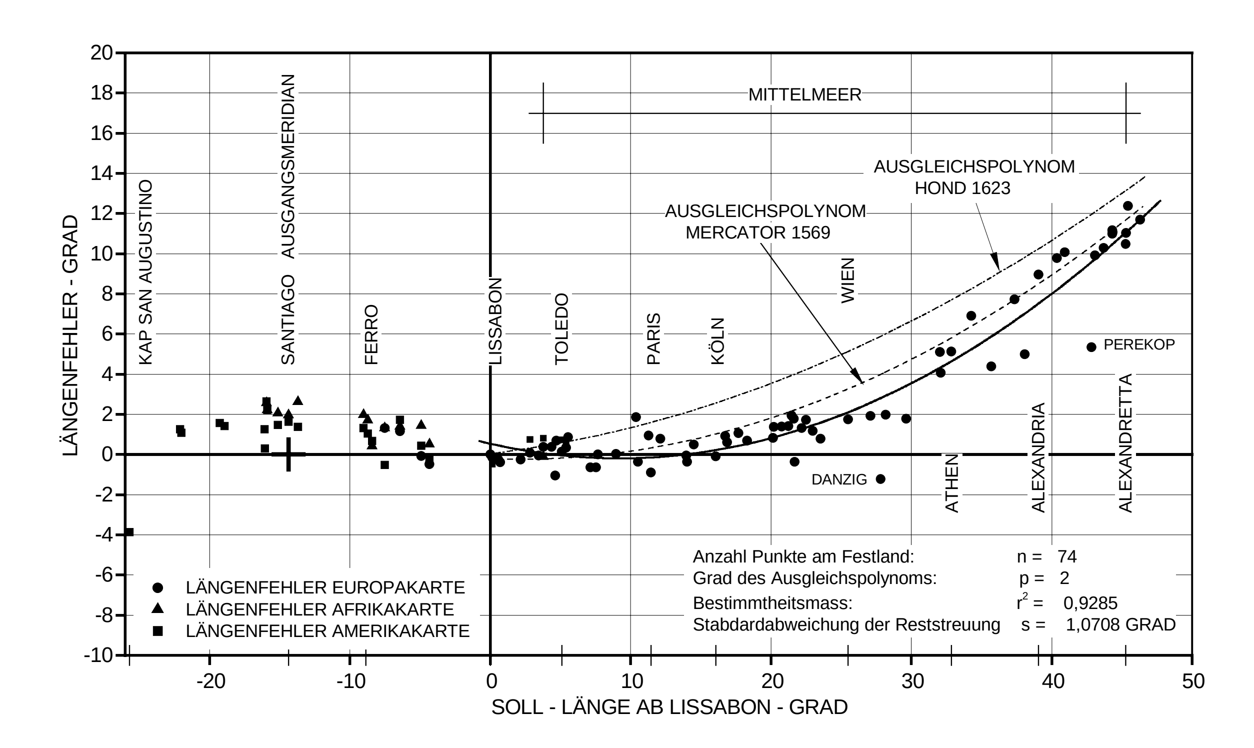


Abb. 4-20: Fehlerverlauf ab dem Bezugsmeridian *Lissabon* im Atlas von *Heinrich Hond* 'Gerardi Mercatoris et I. Hondii | Atlas | or | A Geographicke description, | ... | of the | World' 1636. Zum Vergleich sind die Ausgleichspolynome des Hond-Atlas von 1623 und der Weltkarte *Mercators* von 1569 eingetragen.

- \Africae | nova Tabula\

Abbildungsmethode: äquatorständiger stereographischer Netzentwurf

Äquatormaßstab zwischen 10° und 30°: 1 : 23 Millionen

- \America | noviter delineato\

Abbildungsmethode: äquatorständiger stereographischer Netzentwurf

Äquatormaßstab zwischen 320° und 340°: 1 : 39 Millionen

4.5.5 *Joannes Janssonius*; Atlas 1648

Titel: 'Atlas Minor | Das ist | Eine kurtze | jedoch gründliche | Beschreibung der gantzen Welt'

Joannes Janssonius (ca. 1588-1664), ein Schwager von *Henricus Hondius*, war ab 1633 in Zusammenarbeit mit diesem Herausgeber der Hond-Atlanten. Die Signaturen H. H. und J. J. erscheinen bis 1649 teils einzeln, teils gemeinsam in den Atlanten. Nach 1649 taucht die Signatur H. H. nicht mehr auf. Der 'Atlas Novus' nahm unter *Janssonius* stark an Umfang zu und wurde ab 1658 mit bis zu 11 Bänden verkauft [KEUNING 1951].

Die Erdteilkarte von Europa

Titel: \Europae | Nova Tabula\

Bis auf die Längenwerte von *Corvo*, sie wurden der Amerikakarte entnommen, stammen alle anderen Längenwerte aus der Europakarte.

Ausgangsmeridian:

Der Ausgangsmeridian verläuft auf der Amerikakarte über die Inseln *Corvo* und *Flores* der *Azoren*. Auf der Weltkarte \Typus Orbis Terrarum\, zwei kleine Planigloben mit einem Ausgangsmeridian, der wahrscheinlich über *Santiago* der *Kap Verden* verläuft, findet sich folgender Vermerk: 'Primus Meridianus naturalis es in insulis Corvo et Flores, unde etiam omnes numerationem nostras graduum longitudinis incho avimus, in particularibus nostris tabulis sequentibus. Sed in hac nostra mundi Tabula propter certos causas fueri non potuit. A. Goos.' /GOOS 1648/ (Der natürliche erste Meridian geht über die Inseln *Corvo* und *Flores*, und von dort aus erhalten wir schrittweise die Zahlen aller unserer Längengrade, wie in den folgenden Regionalkarten gezeigt wird. Aus bestimmten Gründen konnte dies aber für unsere vorliegende Weltkarte nicht durchgeführt werden *A. Goos*.)

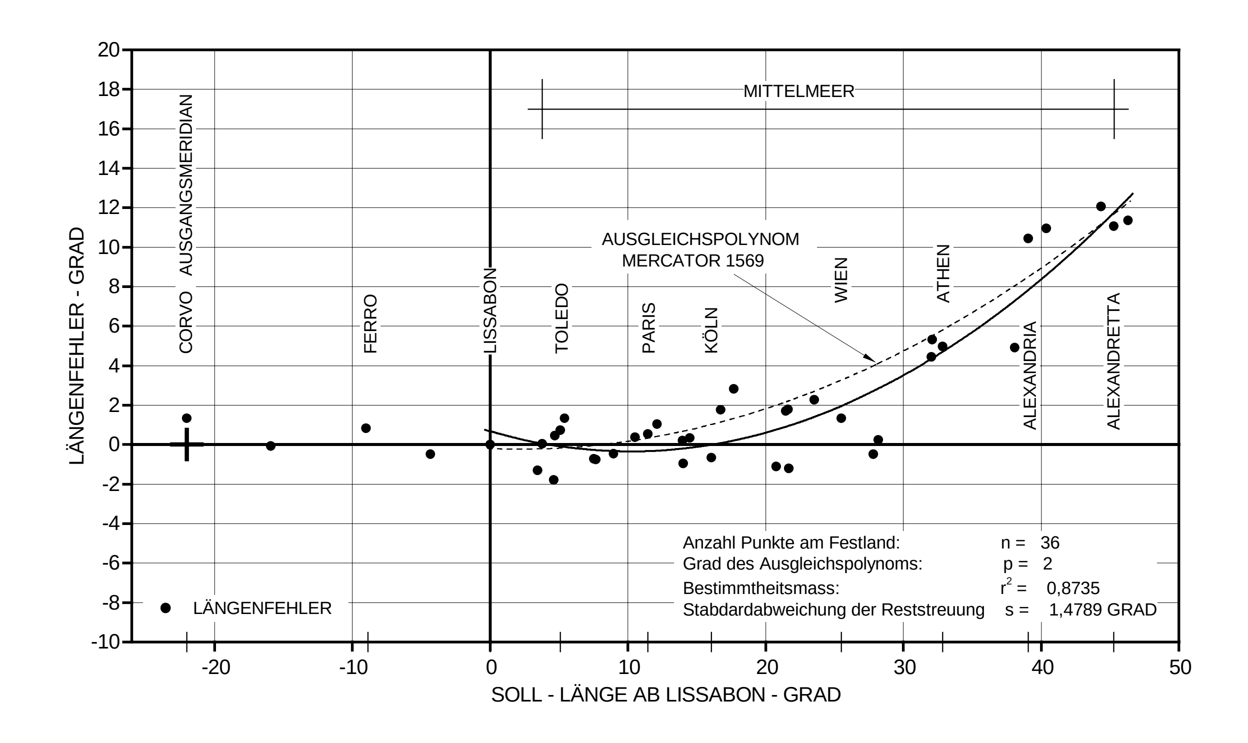


Abb. 4-21: Fehlerverlauf der Europakarte des 'Atlas Minor' von *Ioannes Janssonius*, 1648. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon.*

Verlauf der Längenfehler, bezogen auf *Lissabon*

Längenfehler im Atlantik:

Corvo zeigt gegenüber *Lissabon* einen Längenfehler von 1°20'.

Längenfehler am Festland:

Die Längenfehler der Europakarte von 1648 sind in Abbildung 4-21 dargestellt. Sie zeigen kaum Unterschiede zum Atlas *Heinrich Honds* von 1636. Das Ausgleichspolynom des Fehlerverlaufs der Weltkarte *Mercators* von 1569 ist zum Vergleich ebenfalls in das Diagramm eingetragen.

Untersuchungsergebnisse der Karten:

Ausgangsmeridian: Meridian von *Corvo* (*Azoren*) 31°08' westlich von *Greenwich*, *Alexandria* auf 72°50' Ost.

Länge der Mittelmeerachse zwischen *Gibraltar* und *Alexandretta*: 52°30'

Abbildungsmethode: konischer Netzentwurf

Maßstab am Zentralmeridian: 1 : 40 Millionen

4.5.6 Verlag Blaeu; Weltkarte 1648 und Atlas 1663

Nachdem die Familie *Hond* den alten Mercator-Atlas durch zahlreiche Karten erweitert hatte, konnten sie das 'Theatrum Orbis Terrarum' von *Abraham Ortelius*, letzte Ausgabe 1612, vom Markt verdrängen. Da aber jetzt dieser Atlas weitgehend ohne Konkurrenz war, wurde er, nur wenig verbessert, immer wieder neu aufgelegt.

Willem Janszoon Blaeu (*Caesius*, 1571-1638) war ein Kartograph und Globenmacher, der schon seit 1604 Einzelkarten im Atlasformat herstellte. Einen Teil seiner wissenschaftlichen Ausbildung erhielt er, als er 1595/96 für kurze Zeit auf *Hven* bei *Tycho Brahe* studierte [RICHTER 1939]. Er erkannte die Marktlücke und kaufte nach dem Tode *Jodok Honds d. J.* (1594/95-1629) eine Anzahl von Kupferplatten aus seinem Nachlaß die er dann, mit geändertem Imprint, unter seinem eigenen Namen weiter druckte.

In den Jahren 1630 und 1631 veröffentlichte er 2 Appendizes zu den Atlanten von *Ortelius* und *Mercator*. Er stellte dazu fest, daß das 'Teatrum' fehlerhaft und der 'Atlas' nicht vollständig sei, was die Herausgabe der Appendizes rechtfertige. Da der französische Hond-Mercator-Atlas 1633 von 164 auf 238 Karten erweitert wurde, war die Herausgabe weiterer Appendizes überflüssig. Blaeu gab daher 1634 seinen ersten eigenen Atlas unter dem Titel 'Novus | Atlas | Das ist | Abbildung und Beschreibung | von allen Ländern des Erdreichs | Gantz vernewt und verbessert. | Amsterdami, Apud Guiljelmum Blaeuw, 1634' heraus. Dieser Atlas enthielt 156 Karten.

Nach dem Tode *W. J. Blaeus* 1638 führten seine Söhne *Joan I.* (1598-1673) und *Cornelis* (um 1610-1642) das Geschäft weiter. Ein Grossteil der Verlagsaktivitäten war der Herstellung von Atlanten, die ständig erweitert wurden, gewidmet. Auch mehrere Wandkarten und Städtebücher der Niederlande sowie eine verbesserte Neuauflage des Globenpaares mit 68 cm Durchmesser wurden herausgegeben. Die größte Leistung des Verlages war aber die Herausgabe des 'Atlas Maior', der in den französischen Versionen von 1663 und 1667 einen Umfang von 12 Bänden hatte. 1672 brannte die Blaeu'sche Offizin ab und *Joan II.* (1650-1712), der nach dem Tode seines Vaters *Joan I.* 1675, die Firma leitete, verkaufte die Reste des Unternehmens. [SCHILDER 1986a]

4.5.6.1 Guiljelmo Blaeuw; Weltkarte 1648

Titel: <Nova Totius Terrarum Orbis Geographica ac Hy = drographica Tabula | ... | auct: Guiljelmo Blaeuw.>
(Neue geographische und hydrographische Karte des gesamten Erdkreises | ... | von *Wilhelm Blaeu*)

Die Karte trägt kein Datum und wurde im Jahre 1648 von *Joan Blaeu* graviert [BAGROW und SKELTON 1985, S. 222].

Da es sich bei dieser Karte um eine inhaltlich weitgehend identische Version der Weltkarte <Nova Totius Terrarum Orbis Geographica ac Hydrographica Tabula> Pieter van den Keeres aus dem Jahre 1622 (s. Abschnitt 4.5.2) handelt, wurde keine weitere Auswertung vorgenommen.

Untersuchungsergebnisse der Karte

Ausgangsmeridian: Meridian von *Corvo* (*Azoren*) 31°08' westlich von *Greenwich, Alexandria* auf 72°15' Ost

Länge der Mittelmeerachse: 51°30'

Abbildungsmethode: winkeltreue zylindrische Abbildung nach *Mercator*

Äquatormaßstab: 1 : 93 Millionen

4.5.6.2 Jean Blaeu; Atlas in 12 Bänden, 1663

Titel: 'Blaeu Jean, Geographie, | qvi est | la premiere partie | de la | Cosmographie | Blaviane | en laqvelle | est representée | dans des cartes | et | illustrée de descriptions, Amsterdam MDCLXIII'

Im Jahre 1640 veröffentlichte *Joan Blaeu* unter dem Titel 'Theatrum | orbis terrarum | sive | Atlas novus; | in quo | Tabulae | et | Descriptiones | omnium Regionum, Editae | a Guilj: et Ioanne Blaeu. | Amsterdami | Apud Iohannem | et Cornelium Blaeu. | Anno MDCXXXX' einen Atlas in drei Bänden. Dieser 'Atlas Novus' wurde dann konsequent erweitert und erreichte schließlich 1662-1665 seinen Höhepunkt im 'Atlas maior, sive Cosmographia Blaviana' in 11 Bänden mit insgesamt 581 Karten [KEUNING 1959]. Die französische Ausgabe in 12 Bänden wurde vom Verlag Theatrum Orbis Terrarum, Amsterdam 1967, faksimiliert. Das Titelblatt des Atlas zeigt die Reproduktion 4-17 im Anhang.

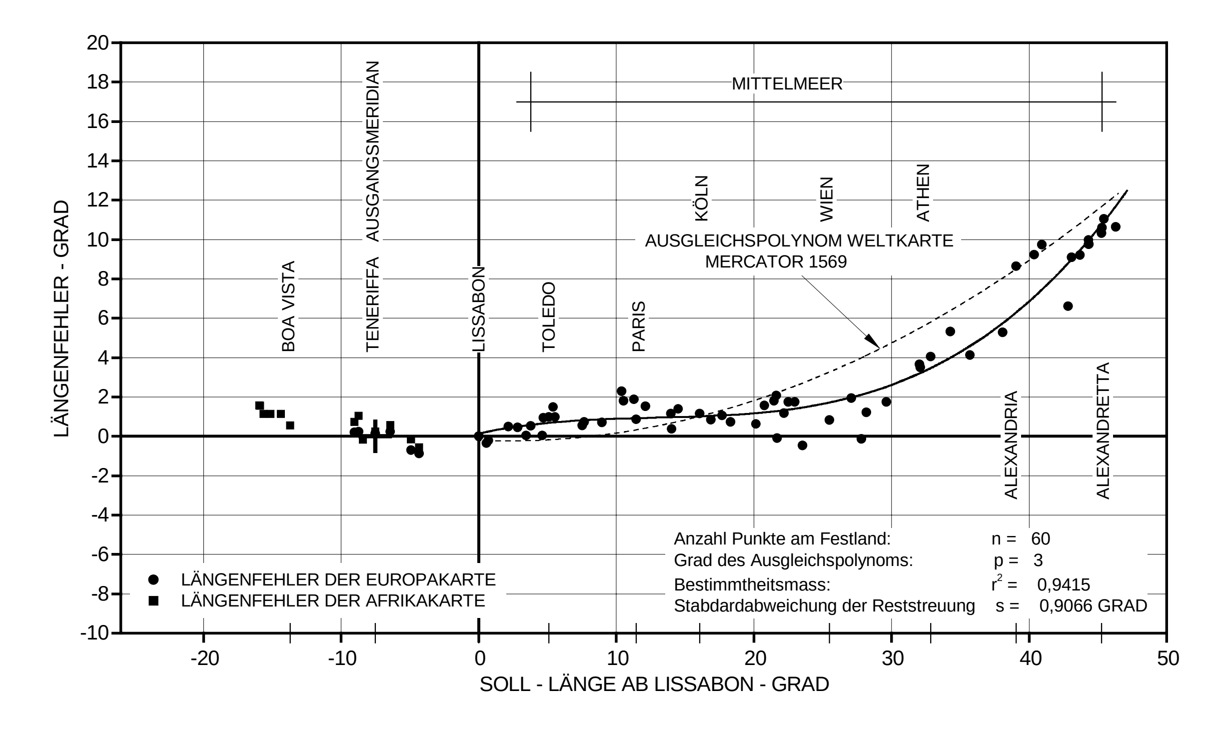


Abb. 4-22: Fehlerverlauf ab dem Bezugsmeridian *Lissabon* der Erdteilkarten Europa und Afrika der 'Cosmographie Blaviane' , Atlas in 12 Bänden von *Jean Blaeu,* 1663.

Bemerkenswert ist, daß bei den Regionalkarten nur diejenigen, die nicht von *Blaeu* selbst stammen, eine Längengradierung aufweisen. Die von *Blaeu* selbst signierten Karten, obwohl das Kartenbild oft mit jenem in älteren Atlanten von *Mercator* oder *Hond* identisch ist, weisen, soweit festgestellt werden konnte, keine Längengradierung auf. Infolge der verschiedenen Verfasser der gradierten Regionalkarten treten dort aber manchmal Unterschiede in den Längenangaben verschiedener Orte bis zu 2° auf.

Die Erdteilkarten von Europa und Afrika

Titel: - \Evropa | recens descripta | à | Guilielmo Blaeuw\

- \Africae | nova descriptio | Auct: Guiljelmo Blaeuw\

Ausgangsmeridian:

Wie *Blaeu* im nicht paginierten Textteil von Band I, Kapitel VIII, erklärt, geht der Ausgangsmeridian der Karten über *Teneriffa*: 'passe par la haute montagne apellée Pico de Teide en Teneriffe, l'une des isles Canaries' (geht über einen hohen Berg, genannt *Pico de Teide* auf *Teneriffa*, eine der Inseln der *Kanaren*) Die Weltkarte \Nova et accuratissima totius terrarum orbis tabvla, Auctore Ioanne Blaeuw\, die Europakarte und die Afrikakarte decken sich im überschneidenden Gebiet weitgehend.

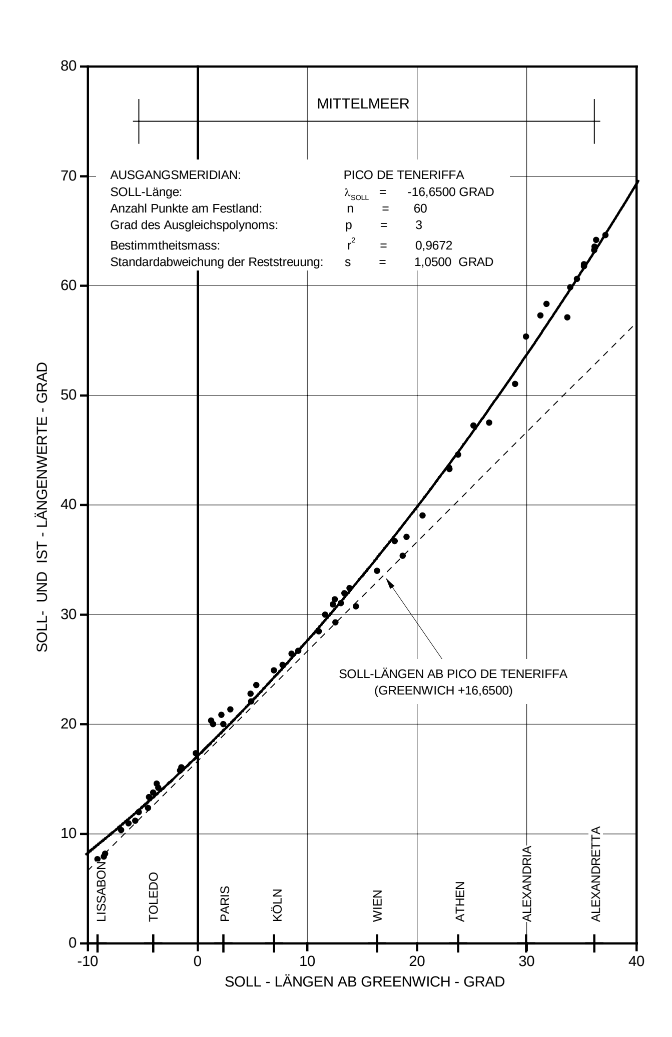


Abb. 4-23 IST-Längenwerte Erdteilkarten Europa und Afrika der 'Cosmographie Blaviane' , Atlas in 12 Bänden von *Jean Blaeu*, 1663.

Verlauf der Längenfehler, bezogen auf *Lissabon*

Längenfehler im Atlantik:

Der Längenunterschied zwischen *Lissabon* und *Teneriffa* ist bemerkenswert gut getroffen, der Fehler beträgt nur 9'.

Längenfehler am Festland:

Hinsichtlich der Längenfehler setzte *Blaeu* seine in einem Brief an *Schickhart* von 1634 geäußerte Meinung, 'daß in der Tat Europa zu lang dargestellt werde' in eine teilweise Verbesserung um. Ähnlich wie bei *Kepler* sind die Längenunterschiede der verschiedenen Orte zwischen *Lissabon* und *Belgrad* gut getroffen, *Belgrad* weist gegenüber *Lissabon* nur eine um 1°45' zu großen Längenunterschied auf, *Danzig* gar nur –8', während bei den Erdteilkarten *G. Mercators* für diesen Bereich mit Längenabweichungen von 4°-5° zu rechnen ist. Dann allerdings steigt der Längenfehler bis *Alexandretta*, wie bei *Kepler*, linear steil an und erreicht dort mit etwa 11° den seit *Mercator* üblichen Wert. Die von *Lelewel* nach *Christian Sandler* für spätestens 1638 erwähnte Karte *Blaeus*, die das Mittelmeer mit einer Länge von 42° zeigen soll, konnte nicht identifiziert werden [SANDLER 1905, S. 2]. Abbildung. 4-22 zeigt die Längenfehler der Europa- und Afrikakarte dieses Atlas, Abbildung 4-23 den Karten entnommenen Längenwerte ab dem Ausgangsmeridian des *Pico de Teneriffa*.

Untersuchungsergebnisse der Karten:

Ausgangsmeridian: Meridian des *Pico de Teneriffa,* 16°39' westlich von *Greenwich, Alexandria* auf 55°20' Ost

Länge der Mittelmeerachse zwischen *Gibraltar* und *Alexandretta*: 51°15'

Abbildungsmethode: \Europa recens descripta\: konischer Netzentwurf, sehr ungenau gestochen
\Africae nova descriptio\: nicht bestimmt

Maßstab: \Europa recens descripta\: 1 : 23 Millionen
\Africae nova descriptio\: am Äquator 1 : 25 Millionen

4.5.7 *Frederick de Wit*; Atlas, nach 1670

Titel: Auf der Titelseite ein Planiglobe der westlichen Erdhälfte und der Text: 'Tot Amsterdam | Bij Frederick de Wit in de Calverstraet bij | dem Dom in de Witte Paskaert.' Auf der Rückseite, unter dem Inhaltsverzeichnis: 'Amstelodami, apud Fredericum de Wit, in Plateâ Vitulinâ vulgo de Kalverstraat, | sub signo de Witte Pascaart.' Sonst enthält der Atlas keinen Text

Frederick de Wit (1630-1706) war ein angesehener Bürger von *Amsterdam* und arbeitete seit 1648 als Stecher. Seit 1659 tritt sein Name als Autor und Verleger auf. Von ihm stammen etwa 130 Blätter, die lose oder in Atlanten stark wechselnden Umfangs eingebunden erhalten sind. Nach seinem Tode führte seine Witwe den Betrieb noch drei Jahre weiter, bis dann *Covens & Mortier* 1710 die Kupferplatten und den Kartenbestand erwarben [VRIES, DE 1986b, S.899].

In dem in der UB *Graz* aufbewahrten Atlas stimmen die Karten, handschriftlich numeriert, mit dem Inhaltsverzeichnis überein, obwohl leichte Abweichungen bei den Titeln feststellbar sind. Verschiedene Karten sind nicht genordet.

Ausgangsmeridian:

Alle Karten zeigen den *Pico de Teide* auf *Teneriffa* als Ausgangsmeridian.

Verlauf der Längenfehler, bezogen auf *Lissabon*

Längenfehler im Atlantik:

Die atlantischen Längen sind, bis auf den Längenfehler von *Kap San Augustino* mit -4°30', erstaunlich gut getroffen. Der Längenfehler zwischen *Lissabon* und dem *Pico de Teneriffa* beträgt in der Europa- und Amerikakarte 19', in der Weltkarte 29'.

Längenfehler am Festland:

Obwohl für den ganzen Atlas der gleiche Ausgangsmeridian verwendet wurde weichen die verschiedenen Karten recht beträchtlich voneinander ab. Die Sorgfalt der Herstellung läßt sich mit der *Mercators* nicht vergleichen. Während die Erdteil- und Regionalkarten, wenn auch mit Unterschieden, ein System bilden, weicht die Weltkarte vor allem im östlichen Mittelmeer stark von diesen ab. Bei der ersten Gruppe liegt der Längenfehler, bezogen auf *Lissabon,* für *Alexandretta* bei 14° während die Weltkarte nur noch einen Längenfehler von 8° aufweist. Dies ist darauf zurückzuführen, daß die Längen bis *Belgrad* mit einer Standardabweichung von etwa ±1° weitgehend richtig dargestellt sind. Die Karten der Erdteile zeigen jedoch das übliche Bild des parabolischen Fehleranstiegs sogar etwas schlechter als bei *Mercator*. Der Unterschied zwischen den beiden Systeme beträgt in Mitteleuropa etwa 2°40' bis 3°. Die Werte der Regionalkarten liegen völlig im Bereich der Erdteilkarten (s. Abschnitt 6.1.2).

Durch den ungewöhnliche Fehlerverlauf, die atlantischen Längen sind überraschend gut getroffen, werden die Längenfehler des Festlands nicht mehr kompensiert. Das hat zur Folge, daß rein rechnerisch und ohne Berücksichtigung der Festlandsfehler der Ausgangsmeridian zwischen den *Kap Verdischen Inseln* und den *Kanaren*, ohne eine Insel zu berühren, zu liegen kommt. *Hans Kleinn* und *Werner Stams* erklären das damit, daß der Ausgangsmeridian vermutlich willkürlich angenommen wurde, oder daß eine grobe Fehlrechnung vorliege [KLEINN 1981; STAMS 1986, S. 549]. Ein Vergleich der Abbildungen 4-24 und 4-25 zeigt diese Unterschiede deutlich auf. An Hand dieses Beispiels wird später in Abschnitt 5.1.2 erklärt, wie es zur Annahme eines willkürlich gewählten Ausgangsmeridians zwischen den *Kanaren* und *Kap Verden* kommen konnte.

4.5.7.1 Die Weltkarte

Titel: \Nova Orbis Tabvla, In Lvcem Edita, A. F. De Wit\

Die Weltkarte in zwei Planigloben zeigt sowohl gegenüber *Mercator* als auch den Erdteilkarten des Atlas einen wesentlich günstigeren Fehlerverlauf, der in Abbildung 4-24 im Vergleich zur Weltkarte *Mercators* von 1569 dargestellt ist.

Untersuchungsergebnisse der Karte

Ausgangsmeridian: Meridian des *Pico de Teneriff*a 16°39' westlich von *Greenwich, Alexandria* auf 54°10' Ost

Länge der Mittelmeerachse zwischen *Gibraltar* und *Alexandretta*: 49°10

Abbildungsmethode: äquatorständiger stereographischer Netzentwurf

Durchmesser der Planigloben: 270 mm

4.5.7.2 Die Erdteilkarten von Europa, Afrika und Amerika

Titel: - \Nova et Accurata | Totius | Europae | Descriptio | Authore | Frederico de Wit | Amstelodami\

- \Totius | Africae | Accuratissima | Tabula | Authore | Frederico De Wit | Amstelodami\
- \Novissima et Accuratissima | Totius | Americae | Descriptio. | per | F. de Wit. | Amstelodami\

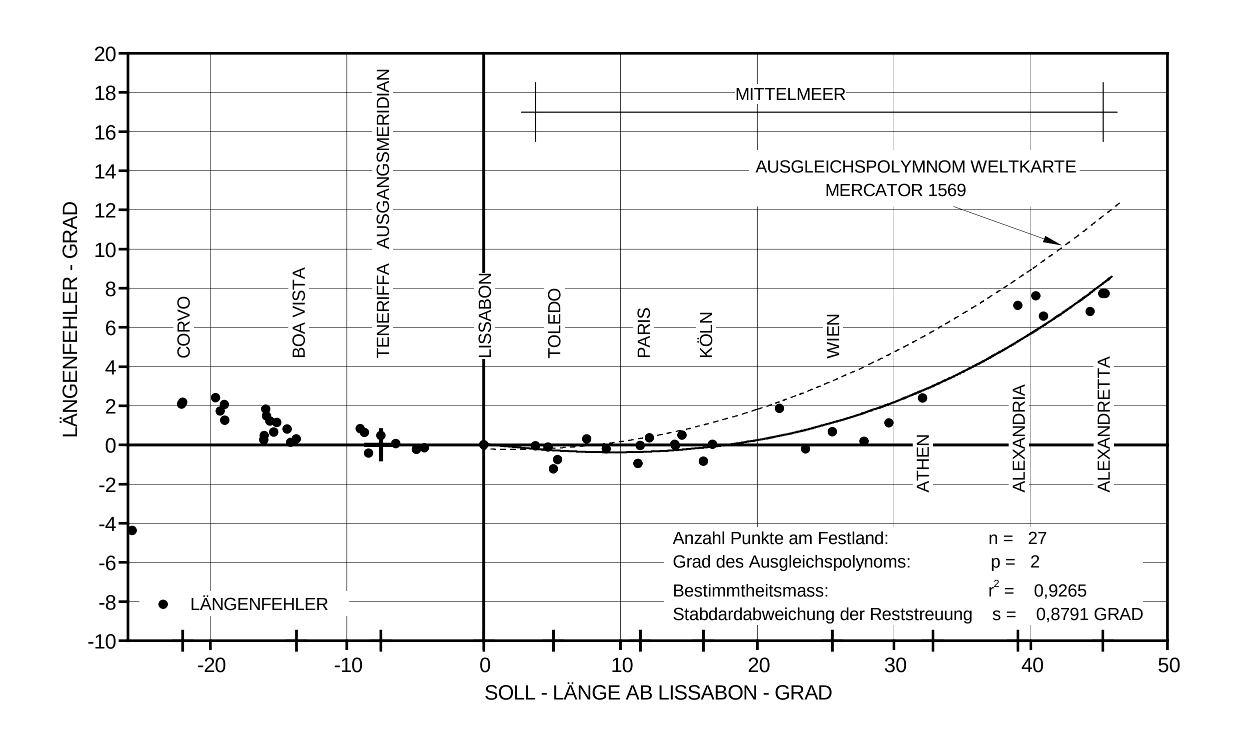


Abb. 4-24: Fehlerverlauf ab dem Bezugsmeridian *Lissabon* der Weltkarte im Atlas von *Frederick de Wit* nach 1670.

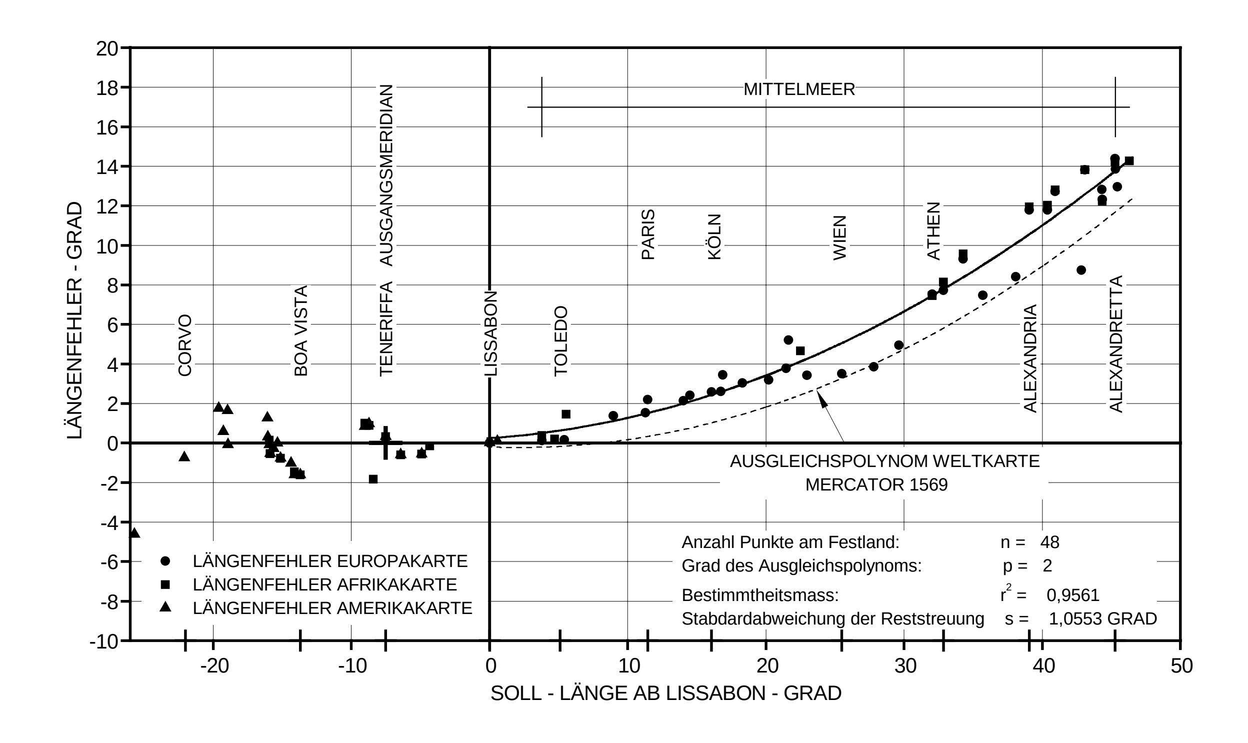


Abb. 4-25: Fehlerverlauf ab dem Bezugsmeridian *Lissabon* der Europa- und Afrikakarte im Atlas von *Frederick* de *Wit* nach 1670.

Untersuchungsergebnisse der Karten:

Ausgangsmeridian: Meridian des *Pico de Teneriffa* 16°39' westlich von *Greenwich*, *Alexandria* auf 58°45' Ost.

Länge der Mittelmeerachse zwischen *Gibraltar* und *Alexandretta*: 55°45'

Abbildungsmethode der drei Karten: äquatorständiger stereographischer Netzentwurf

Maßstäbe : Europakarte am Zentralmeridian in Kartenmitte 1 : 11 Millionen
Afrikakarte am Zentralmeridian in Kartenmitte 1 : 18 Millionen

4.5.8 *Nicolas Sanson d'Abbeville*; Atlas, 1683 (Erstausgaben 1648 und 1656)

Titel: - 'L' Europe | En Plusieurs Cartes, | ... | Par N. Sanson d'Abbeville, Geographe Ordinaire du Roy- | a Paris | Chez l'Autheur dans le Cloître de Saint Germain de l'Auxer- | rois, joignant la grande Porte du Cloître, | M.DC.LXXXIII' (Erstausgabe 1648)

- 'L' Afrique | En Plusieurs Cartes, | ... | Par le Sr. Sanson d'Abbeville, Geographe Ordin. du Roy' (Erstausgabe 1656)

Nicolas Sanson (1600-1667) kam 1627 nach *Paris* und arbeitete dort als Kartograph für *Melchior Tavernier* (1564-1641). In den Jahren 1635-1639 war er Militäringenieur in der Picardie. *Tavernier* und ab 1644 *Pierre Mariette* (1603-1657), der dessen Betrieb gekauft hatte, gaben zahlreiche Karten *N. Sansons* heraus, ab 1652 auch in der Form eines Atlas, aber noch ohne Titel. 1658 erschien der erste Weltatlas mit Titelblatt und 113 Karten, der bis 1676 in seinem Umfang stark vergrößert wurde. Parallel zu diesem von *Mariette* verlegten Atlas gab *N. Sanson* jedoch auch eigene Atlanten heraus. Das untersuchte Exemplar gehört zu den vier von *N. Sanson* selbst herausgegebenen Werken über die einzelnen Erdteile im Quartformat, die zwischen 1648 und 1657 erstmals erschienen. Das Titelblatt und die Europakarte des Atlas von 1683, Erstausgabe 1648, zeigen die Reproduktionen 4-18 und 4-19 im Anhang. Nach seinem Tode führte sein Sohn *Guillaume* (1633-1703) die Arbeiten weiter und wurde, wie schon sein Vater, zum 'géographe du roi' ernannt. Er beschränkte sich jedoch im wesentlichen auf die Auswertung des Nachlasses. *G. Sanson*, geriet bald in finanzielle Schwierigkeiten und mußte 1692 seine noch verbliebenen 180 Kupferplatten an seinen Neffen *Pierre Moullart-Sanson* (+1730) verkaufen [PASTOUREAU 1986].

Die Erdteilkarten von Europa und Afrika

Titel: - \Evrope | Par N. Sanson le fils | Geographe du Roy\

- \Afriqve | Par le S^r^. Sanson d'Abbeville, | Geographe du Roy\

Ausgangsmeridian:

Der Meridian 360° ist auf der Karte \Afriqve\ durch die West-Spitze von *Ferro* (*Punta Orchilla*) festgelegt. *Paris* ist auf der Europakarte auf 23°, auf der Karte \France\ auf 23°06' zu finden. Alle drei Karten besitzen ein konsistentes Längensystem, wenn auch zwischen den Paßpunkten Differenzen von einigen Graden auftreten können. Es handelt sich hier wahrscheinlich, wenn man die Ungenauigkeit des Stiches in Betracht zieht, um den bereits von *Christian Sandler* erwähnten alten ptolemäischen Meridian, 23°30' westlich von *Paris,* der auch auf einer Karte *Seutters* verwendet wurde [SANDLER 1882-1890, S. 20].

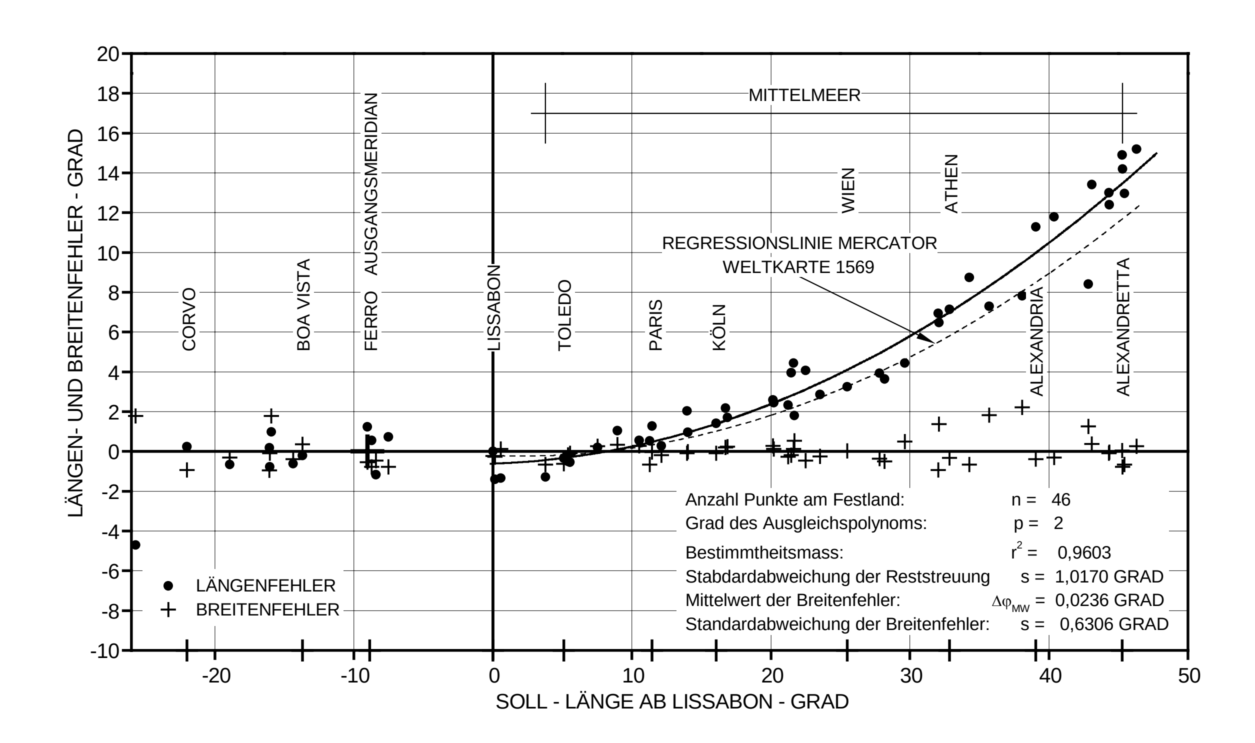


Abb. 4-26: Fehlerverlauf ab dem Bezugsmeridian *Lissabon* der Europa- und Afrikakarte im Atlas von *N. Sanson* 1683 (Erstausgaben 1648 und 1656)

Verlauf der Längenfehler, bezogen auf *Lissabon*

Längenfehler im Atlantik:

Der Längenfehler zwischen *Ferro* und *Lissabon* beträgt 1°14'

Längenfehler am Festland:

Den Verlauf der Längenfehler zeigt Abbildung 4-26 im Vergleich zu *Gerhard Mercators* Weltkarte von 1569. Die Karten zeigen noch immer den von *Mercator* vorgegebenen Längenverlauf Europas, obwohl 1648 bereits wesentlich bessere Längenwerte, zumindest für West- und Mitteleuropa, zur Verfügung standen.

Untersuchungsergebnisse der Karten:

Ausgangsmeridian: Ferro, Punta Orchilla, festgelegt mit 23°30' westlich von *Paris*

Länge der Mittelmeerachse zwischen *Gibraltar* und *Alexandretta*: 57°40'

Abbildungsmethode: unechter flächentreuer zylindrischer Netzentwurf nach Sanson-Flamsteed

Maßstab: \L' Europe\ 1 : 27 Millionen

Afriqve\ 1 : 49 Millionen

4.6 Geographische Tabellen des 17. Jahrhunderts

4.6.1 *Johannes Kepler;* 'Tabulæ Rudolphinæ', 1627

Titel: 'Tabulæ | Rudolphinæ, | qvibvs astronomicae scientiae, tempo- | rum longiquitate collapsae restauratio continetur; | A Phoenice illo Astronomorum | Tychone | ... | Ioannes Keplerus | ... | Vlmae ... anno MDCXXVII' (Rudolphinische Tafeln, durch welche die Wiederherstellung der astronomischen Wissenschaft, die lange Zeit darniederlag, erreicht wird, durch jenen Phönix der Astronomen *Tycho* ...)

Tabelle: ‹Catalogus Locorum› (Ortsliste)

Johannes Kepler (1571-1630) studierte in *Tübingen* Mathematik und Astronomie. Er arbeitete seit 1594 als Landschaftsmathematiker in *Graz* und ab 1600, auf Einladung des kaiserlichen Mathematikers *Tycho Brahes* (1546-1601), als sein Gehilfe in *Prag*. Nach dessen Tod übernahm er seine Stelle und konnte dessen auf *Uranienburg* bezogene Beobachtungen auswerten, was schließlich zur Entdeckung der Kepler'schen Gesetze führte.

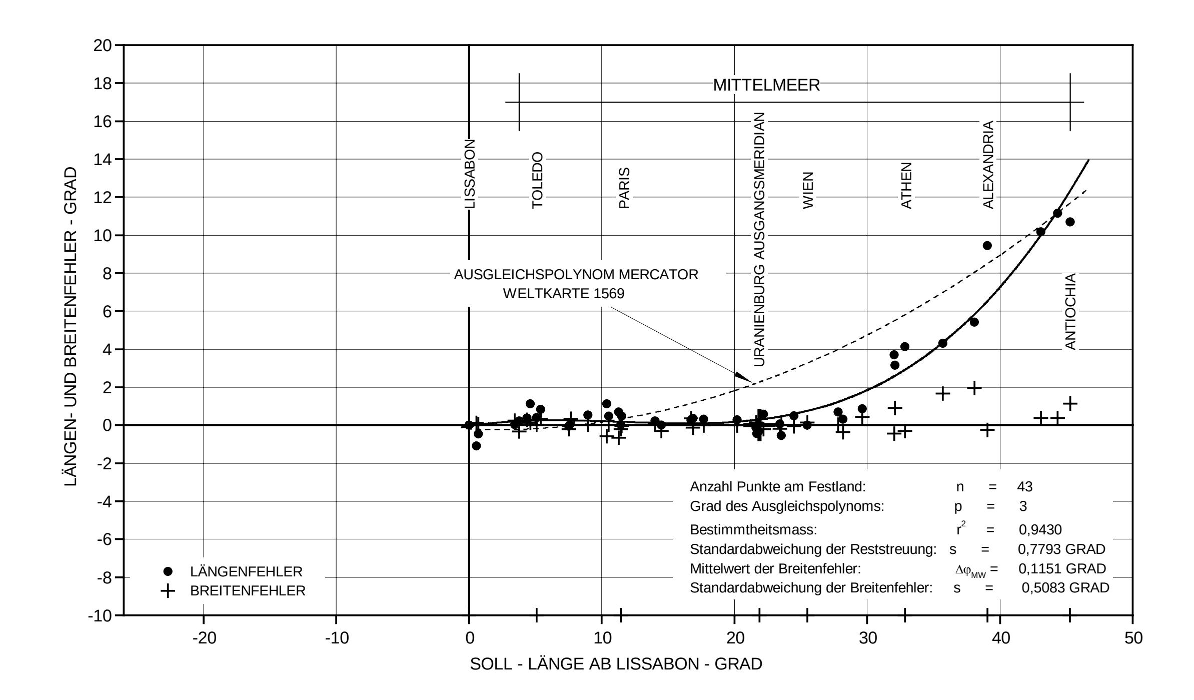


Abb. 4-27: Fehlerverlauf ab dem Bezugsmeridian *Lissabon* des ‹Catalogus Locorum› in den 'Tabulæ Rudolphinæ' von *Johannes Kepler*, 1627

Sein bedeutendstes Werk die 'Tabulæ Rudolphinæ', das über 100 Jahre lang einen großen Einfluß auf die Wissenschaft hatte, veröffentlichte er 1627 mit Vorausberechnungen der Planetenbahnen und dem ‹Catalogus Locorum› sowie mit von ihm berechneten Logarithmentabellen in *Ulm*. Der ‹Catalogus Locorum› kann in *Keplers* Gesammelten Werken eingesehen werden [HAMMER 1969]. Das Titelblatt der 'Tabulæ Rudolphinæ' und die Seite des ‹Catalogus Locorum› mit dem Ausgangsmeridian *Hven*, zeigen die Reproduktionen 4-20 und 4-21 im Anhang. *Kepler* übergab aus Zeitmangel 1627 sein geographisches Material an *Philipp Eckebrecht,* der daraus eine Weltkarte fertigstellen sollte [BECKER 1980, S. 55-62]. Die Weltkarte <Noua Orbis Terrarum Delineatio>, erschien erst 1658 und ist nur bedingt als Quelle für die Ansichten *Keplers* hinsicht-

lich der Lage der außereuropäischen Gebiete und der atlantischen Inseln geeignet. In den Tafeln sind die atlantischen Inseln nicht enthalten, doch können deren Positionen der Weltkarte Kepler/Eckebrecht, entnommen werden.

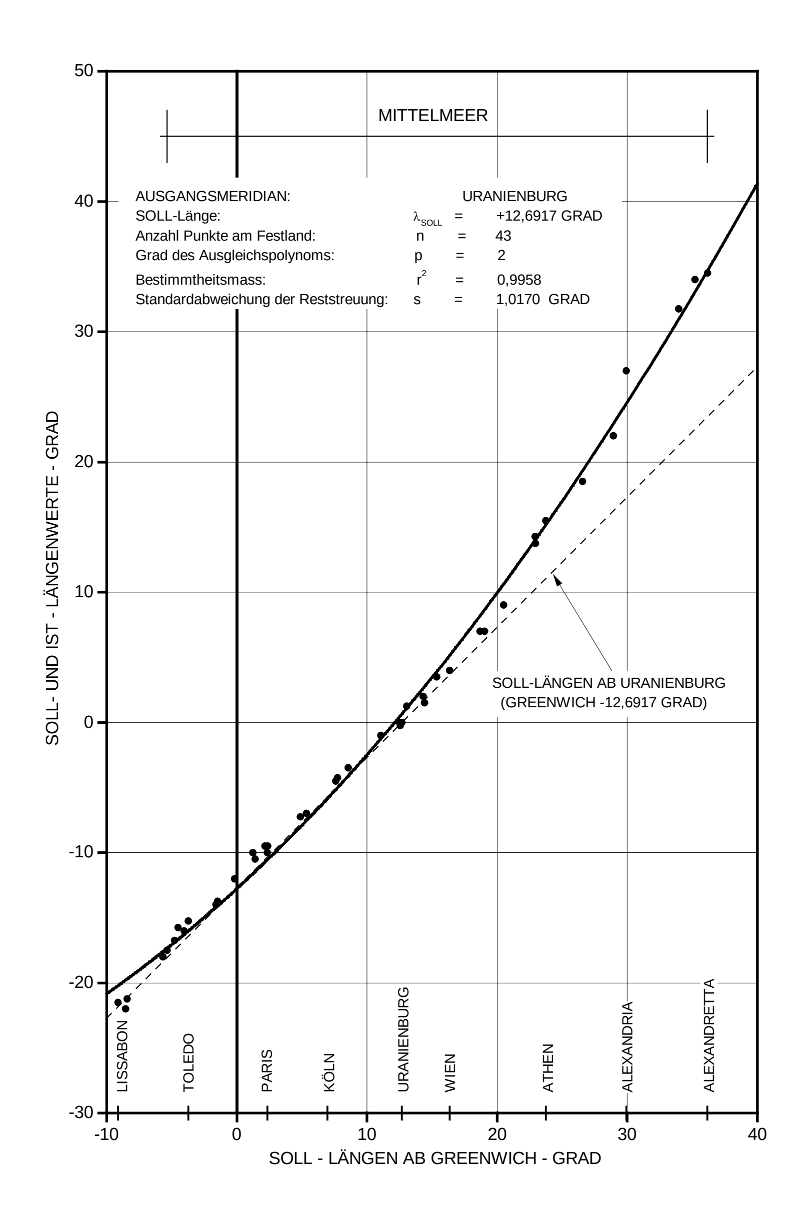


Abb. 4-28 IST- Längenwerte des ‹Catalogus Locorum› in den 'Tabulæ Rudolphinæ' von *Johannes Kepler*, 1627, für den Festlandsbereich der Untersuchung.

Ausgangsmeridian:

Der Ausgangsmeridian der 'Tabulæ Rudolphinæ' und der Weltkarte von *Kepler*/*Eckebrecht* geht durch *Tycho Brahes* Sternwarte *Uranienburg* auf der *Sundinsel Hven*, die in der Tabelle zweimal als 'HVENNA, sedes Astronomiæ TYCHONICÆ' (*Hven* Sitz der Astronomie *Tychos*) und 'VRANIBVRGVM sedes Astronomiæ' (*Uranienburg*, Sitz der Astronomie) mit der Länge 0^h 0' und der Breite 55°55' angeführt ist. *Abbé Jean Picard* bestimmte die Position der Ruinen 1671 mit 0^h 42' 10'' östlich von *Paris* (SOLL: 0^h41'26'' östlich von *Paris* bzw. 12°42' östlich von *Greenwich*) [PESCHEL 1865, S. 376]).

Verlauf der Längenfehler, bezogen auf *Lissabon*

Längenfehler am Festland:

Betrachtet man die Längenfehler des ‹Catalogus Locorum› in Abbildung. 4-27 - die Längen sind wie auch auf der Karte als Zeitdifferenzen zu *Uranienburg* angegeben - so fällt auf, daß die Längen zwischen *Lissabon* und *Budapest* weitgehend fehlerfrei erfaßt sind. Erst ab *Belgrad* steigen die Fehler bis *Antiochia*, allerdings linear, rasch auf den Wert *Mercators* von ca. 11° an. Der mittlere Längenfehler zwischen *Lissabon* und *Belgrad* beträgt nur +14'±28', die Fehler der Breitenwerte liegen mit +1'±14' für diesen Bereich etwas darunter. Im östlichen Teil des Mittelmeers steigen sowohl die Längenfehler als auch deren Reststreuung, verglichen mit Westeuropa, stark an. Aber auch die Breitenfehler steigen für diesen Bereich, der wesentlich schlechter bekannt war, auf +28'±48' an. Insgesamt sind die Werte *Keplers* aber bedeutend genauer als jene von *Mercator*. Der Längenfehler zwischen *Lissabon* und *Uranienburg* beträgt –23'. Die Längenwerte des ‹Catalogus Locorum› zeigt Abbildung. 4-28 ab dem Ausgangsmeridian Uranienburg.

Die Genauigkeit im Bereich West- und Mitteleuropas ist ebenso erstaunlich wie auch die Tatsache, daß sie für den Rest des Jahrhunderts kaum Wirkung auf die zeitgenössische Kartographie zeigte. Erst *G. Delisle* 1720, *P. von Wurzelbaur* 1719 und *G. Doppelmeier* ca. 1720 erreichten wieder eine vergleichbare Genauigkeit im Bereich Mitteleuropas. Aber noch die Längenwerte *de la Hires* liegen 1727 (Erstauflage 1687 ?) in diesem Bereich wesentlich schlechter.

Untersuchungsergebnisse der Tabelle:

Ausgangsmeridian: Sternwarte *Uranienburg* auf der *Sundinsel Hven* 12°42' östlich von *Greenwich*

Länge der Mittelmeerachse zwischen *Gibraltar* und *Antiochia*: 52°

4.6.2 *Bernhard Varenius;* 'Geographia Generalis' (Erstausgabe 1650)

Titel: - 'Geographia | Generalis | In qua affectiones generales | Telluris explicantur, | Autore | Bernh: Varenio | Med: D. | Amstelodami. | Ex officina Elzeviriana. 1664'

- 'Bernhardi Varenii | Med. D. | Geographia | Generalis, |... | Ab | Isaaco Newton, Math. Prof. | Lucasiano apud Cantabrigienses. | Edicio Quarta Auctior & Emendatior | ... | Juxta Exemplar | Cantabrigiae, | Jena | ... | MDCXCIII. ... MS Vermerk: Soc. Jesu Provinc. Austriae 1707'

- 'Bernhardi Varenii | Med. D. | Geographia | Generalis |... Ab Isaaco Newton Math. Prof. Lucasiano | apud Cantabrigienses | Affecta(?) est Appendix, praecipua Recentiorum | inventa ad Geographiam spectantia continens | pluribus Fig. Adornata, | a Jacobo Jurin, A. M. | ... Neapoli MDCCXV' ... MS Vermerk: Inscript? Bibl. Math. Grac. 1753

Tabelle: ‹Tabula Longitudinis et Latitudinis Locorum›

Bernhard Varenius (1622-1650/51) gilt mit der 1650 in *Leiden* erschienenen 'Geographia Generalis' als der Begründer der allgemeinen Geographie. Zwei weitere Arbeiten von ihm, Japan betreffend, erschienen 1649 in *Amsterdam*. Die 'Geographia Generalis', die sich auch mit der mathematischen Geographie und der Projektionslehre befaßte, war für ihre Zeit so wichtig, daß sogar *Sir Isaac Newton*, in späteren Ausgaben, mit einem Appendix als Koautor auf dem Titelblatt auftritt.

Es ist aber unverständlich, daß in einem so wichtigen Werk die geographische Tabelle noch völlig von *Ptolemäus* abhängt und dessen Werte zum Teil noch verschlechtert werden. Auch erfolgte während der 50 Jahre zwischen 1664 und 1715, in denen die 'Geographia Generalis' neu aufgelegt wurde, keine Verbesserung der ‹Tabula Longitudinis et Latitudinis Locorum›.

Kommentar von *Bernhard Varenius* zu den Ausgangsmeridianen:

Bernhard Varenius schreibt in seiner 'Geographia Generalis', in Kapitel XXXI 'De Longitudine Loci' (über die Länge der Orte) über die Ausgangsmeridiane der Längenzählung: 'Verum non | eundem omnes locum sumpserunt, sive eundem pro primo meridia- | no; sed diversos. Ptolemäus eligit vicinum Fortunatis Insulis, | quas uno tantum gradu removet à promo, & hinc versus orienta- | lem plagam per Africam atque Asiam numerat Meridianos relinquos | & longitudinem locorum. | ... | Verum enimvero ut libere, quod sentio, dicam, omnis haec au- | torum discordia sine ulla sufficiente ratione enata est, ita ut illi qui | primum Ptolemaiicum initium loco moverunt, culpandi sint'. (Aber nicht alle haben denselben Ort gewählt oder denselben für den ersten Meridian, sondern verschiedene. *Ptolemäus* wählte die Umgebung der *Kanarischen Inseln*, die er um einen Grad vom ursprünglichen versetzte, und von hier aus zählte er in östlicher Richtung durch Afrika und Asien die übrigen Meridiane und die Längen der Orte | ... | Allerdings möchte ich, wenn es mir freisteht, noch sagen, was ich denke. Alle diese Unstimmigkeiten der Autoren entstanden ohne irgendeinen ausreichenden Grund, so daß jene, die den ersten ptolemäischen Ausgangsmeridian vom ursprünglichen Ort wegbewegt haben, getadelt werden müssen /VARENIUS 1715, S 406/.

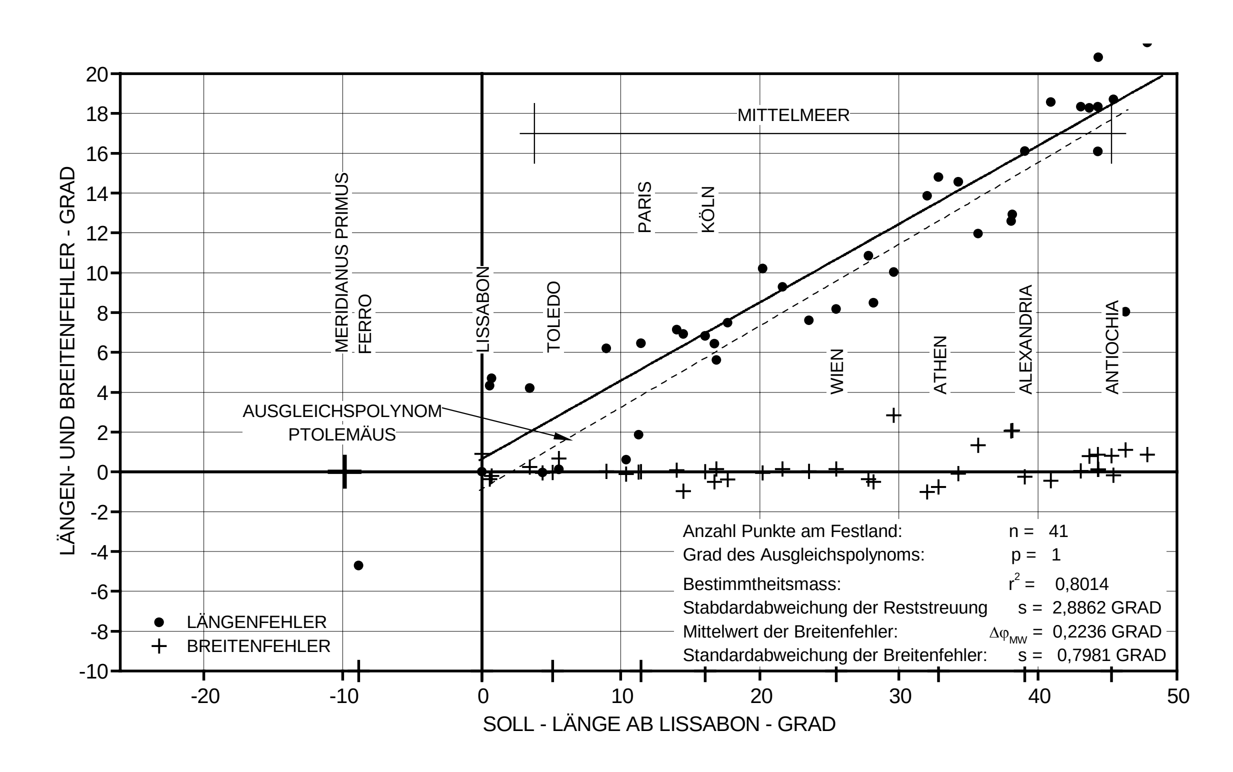


Abb. 4-29: Fehlerverlauf der ‹Tabula Longitudinis et Latitudinis Locorum› in der 'Geographia Generalis' von *Bernhard Varenius*, 1664-1715 (Erstausgabe 1650). Bezugsmeridian: *Lissabon*

Weitere Feststellungen von Bernhard Varenius:

- ' ... seit damals wurden zahlreiche bewohnte Regionen und das riesige Amerika im Westen entdeckt, und es haben einige Geographen den Ausgangspunkt der Längenzählung nach Westen verschoben. Einige machten nämlich den Meridian der *Insel S. Nicolai*, welche eine derjenigen in der Nähe des *Kap Verde* in Afrika ist, zum Ausgangsmeridian. *Hond* wählte wirklich die *Insel S. Jakob* für seine Karten... '
- ' ... Andere nahmen wieder als ersten den Meridian der *Flandrischen* oder *Azoreninsel*, welche *del Corvo* genannt wird; da entdeckt wurde, daß bei dieser Insel und dem benachbarten Meere die Magnetnadel keine Abweichung von der Meridianlinie habe. Diesen Beginn hielt *Mercator* bei seinen Karten ein. Da aber nicht

nur dieser Meridian dies zeigt und auch nicht alle Meridiane dieses Ortes, glauben andere Geographen, daß dies kein genügender Grund sei und legen den ersten Meridian auf ein Vorgebirge Brasiliens fest. Seit kurzem gehen die Niederländer auf die *Seligen* oder *Canarischen Inseln* zurück und wählen auf einer jener, genannt *Teneriffa*, einen Berg von dem angenommen wird, er sei der höchste der Erde, genannt *el pico de Teneriffa* und zählen die Längen von diesem Meridian ab ... '

- ' ... Weiterhin sollte man nicht ohne schwerwiegenden Grund von der ptolemäischen und alle Jahrhunderte beachteten Anweisung abweichen. Die Franzosen verwenden seit 1634 jenen ersten Meridian, der durch den westlichen Teil der Insel *Ferro* (*de Ferro*), eine der *Kanaren* verläuft. Diesen Beginn hat der französische *König Ludwig XIII.* seinen Seeleuten und Geographen zu verwenden befohlen. Die Astronomen verwenden verschiedene Meridiane ... ' (der jeweiligen Beobachtungsstandorte).

Verlauf der Längenfehler der Tabelle, bezogen auf *Lissabon*

Längenfehler im Atlantik:

Lissabon liegt, wie bei *Ptolemäus* auf 5°20' Ost, das heißt, das Zentrum von *Ferro* liegt 4°20' westlich von *Lissabon*. Der Längenfehler des Ausgangsmeridians, bezogen auf *Lissabon*, beträgt daher -4°32'.

Längenfehler am Festland:

Die Tabelle ist nicht sorgfältig zusammengestellt und hängt völlig von *Ptolemäus* ab. Sie verschlechtert dessen Werte zum Teil, was sich in einer außerordentlich starken Reststreuung der Längenfehler ausdrückt. Wie Abbildung 4-29 zeigt, ist ein Einfluß *Mercators* oder *Keplers* nicht zu bemerken. Obwohl zur Zeit ihrer späteren Ausgaben schon längst die weitgehend fehlerfreien Tabellen der ‹Connoissance des Temps› verfügbar waren, wurde die ‹Tabula Longitudinis et Latitudinis Locorum› ohne Revision weiter gedruckt. Der unveränderte Nachdruck dieser Tabelle, noch zumindest bis 1715, ist nur durch den frühen Tod *Bernhard Varenius* zu erklären und daß die 'Geographia Generalis', als erste systematische Zusammenfassung aller geographischen Teilgebiete, noch lange einen großen Einfluß ausübte.

Als Beispiele für die mangelnde Sorgfalt seien angeführt: *Lissabon* tritt zweimal auf, *Lisbona* mit λ = 11°30' φ = 39° und als *Ulyssipo*, *Lisbon* mit λ = 5°20' und φ = 39°38'. Offensichtlich wurden zwei verschiedene Quellen verwendet, die nicht aufeinander abgestimmt wurden. *Santiago de Compostela* liegt auf der Länge 10°15', was zu keinem der anderen Längenwerte paßt. Die Längenwerte von *Calis* liegen bei 5°10', *Cordoba* 9°, *Granada* 11°, *Salamanca* 13° und *Sagunto* ist mit 14°30'. eingetragen. Der Wert von *Lissabon* mit 11°30' würde also in einer konsistenten Reihe zwischen *Granada* und *Salamanca* zu liegen kommen. *Aleppo* (*Alepo Syriae*) liegt mit 59°40' in den Tabellen westlich von *Alexandria*, das die alte ptolemäische Länge von 60°30' aufweist. Dabei handelt es sich aber wahrscheinlich um einen Setzfehler. Diese Beispiele, die sich beliebig vermehren ließen, zeigen daß es nicht sinnvoll ist, aus dieser Tabelle irgendwelche Schlüsse zu ziehen.

Untersuchungsergebnisse der Tabelle:

Ausgangsmeridian: Meridian des *Ptolemäus*, 1° westlich der *Insulae Fortunatae* (*Kanarische Inseln*) und 60°30' westlich von *Alexandria*.

Länge der Mittelmeerachse: nicht feststellbar, da weder *Calpe* noch *Septa* (*Gibraltar* und *Ceuta*) in der Tabelle aufscheinen

4.6.3 *P. Giovanni Baptista Riccioli S.J.*; 'Geographia et Hydrographia reformatae' 1689

Titel: 'Geographia et Hydrographia reformatae' 1689, (Erstausgabe 1661).

Tabelle: ‹Tabula | Latidudinum | et | Longitudinum | nova | Authore | R. P. Joanne Baptista | Ricciolo Soc: Jesu›

P. G. B. Riccioli (1598-1671) begnügte sich nicht damit, ältere Tabellen zu vergleichen und zu kompilieren sondern sammelte systematisch alle Logbücher und Unterlagen, die er erhalten konnte und wertete sie aus. Seine Tabelle wurde als Basis mehrerer anderer geographischen Arbeiten verwendet, wie z. B. von *Claude-François de Chales* (1621-1678) und *P. Heinrich Scherer* (1628-1704) [RAYNAUD-NGUYEN 1985].

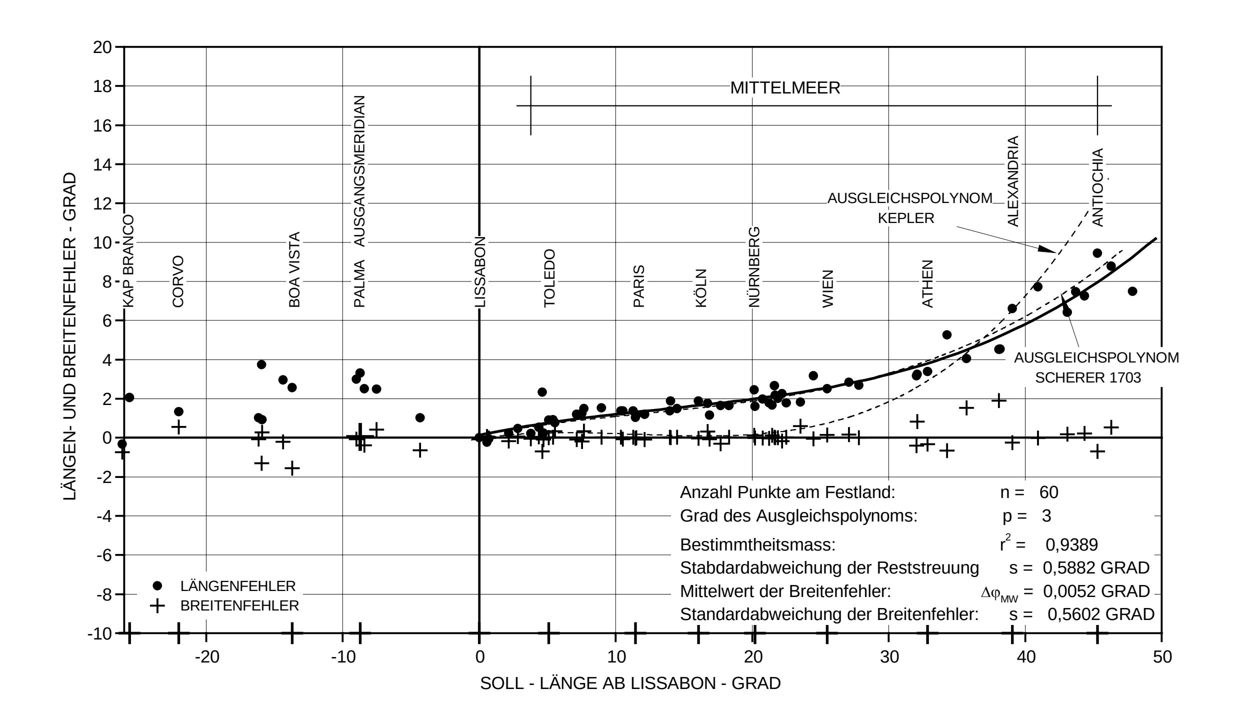


Abb. 4-30: Fehlerverlauf ab dem Bezugsmeridian *Lissabon* in der ‹Tabula Latidudinum et Longitudinum nova› von *P. Giovanni Baptista Riccioli S.J.* 1689. Zum Vergleich sind die Ausgleichspolynome von *J. Kepler,* 1627 und *P. H. Scherer S.J.*, 1703 mit eingetragen.

Ausgangsmeridian:

Am Titelblatt: 'Longitudo verò ab Insula Palma Fortunatarum extrema versus Orientem computata' (Die rechte Länge wird von der Insel *Palma,* der äußersten der *Kanaren* gegen Osten hin gerechnet). In der Tabelle sind 'Ferro insula Fortunatarum' und 'Palma i. Fortunat.' beide mit der Länge 0° 0' eingetragen

Verlauf der Längenfehler der Tabelle, bezogen auf *Lissabon*

Längenfehler des Ausgangsmeridians im Atlantik:

Da *Lissabon* in der Tabelle die Länge 12° Ost aufweist, beträgt der Längenfehler gegenüber *Palma* 3°18'.

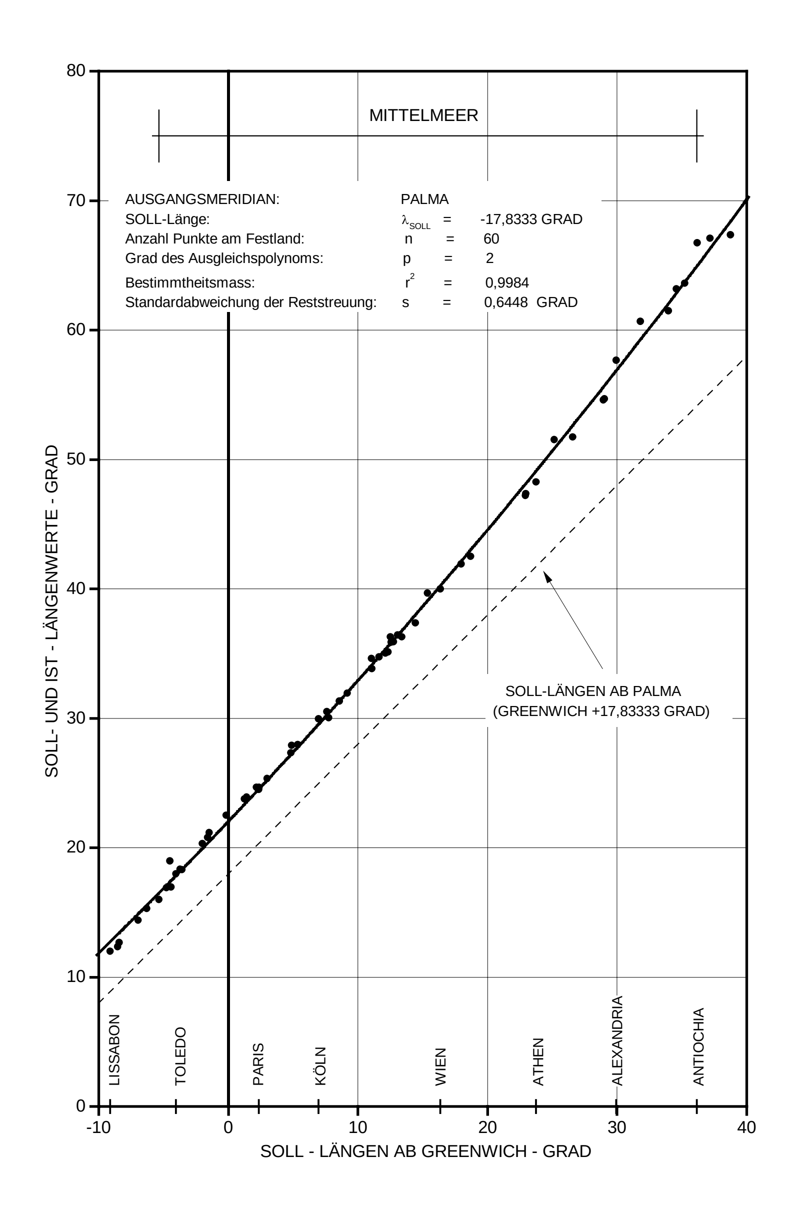


Abb. 4-31: IST-Längenwerte der ‹Tabvla | Latididinum | et | Longitudinum | nova› von *P. Giovanni Baptista Riccioli S.J.,* 1689 für den Festlandsbereich der Untersuchung.

Längenfehler am Festland:

Die Tabelle zeigt Verbesserungen bei der Länge der Achse des Mittelmeeres gegenüber *Mercator* und *Kepler* im östlichen Teil des Untersuchungsbereichs. Bei *Riccioli* beträgt der Fehler der Längsachse des Mittelmeers nur noch 8°15'. Andererseits ist Mitteleuropa schlechter dargestellt als bei *Kepler* 1627 oder *Blaeu* 1663. Abbildung 4-30 zeigt den Verlauf der Längenfehler bei *P. Riccioli* im Vergleich zu *Kepler* und *P. Scherer*, der völlig von ihm abhängt. Die Längenwerte der ‹Tabvla | Latididinum | et | Longitudinum | nova› zeigt Abbildung. 4-31 ab dem Ausgangsmeridian Palma.

Untersuchungsergebnisse der Tabelle:

Ausgangsmeridian: Palma, Kanarische Inseln, 17°50' westlich von *Greenwich*

Länge der Mittelmeerachse zwischen *Gibraltar* und *Antiochia*: 50°45'

4.6.4 *P. Heinrich Scherer S.J.*; 'Geographia Artificialis', 1703

Titel: 'Geographia | Artifi- | cialis. | ... |Authore | P. Henrico Scherer. Societatis Jesu. | ... | Monachij, | Typis Mariæ Magdalenæ Rauchin, Viduæ | Anno M.CCIII'

Tabelle: ‹Tabellæ | Geogra- | phicæ | hoc est | Regionum, | Provinciarum | Locorvmqve | Memorabilium | in | Orbe Terrarum | Svccinta Disposito | et | Ordo | Politico-Geo- | graphicus. | Authore | P. Henrico Scherer, Societatis Jesu. | ... | Typis, Mariæ Magdalenæ Rauchin, Viduæ. Anno 1703. | Pars VI›

Ausgangsmeridian:

In 'Propositio II. Primatus Meridianorum sive Primus Meridianus & Circulus Longitudinis' (Kapitel II. Der Anfang der Meridiane oder der Ausgangsmeridian und der Längenkreis) zählt *Scherer* die Ausgangsmeridiane zahlreicher Kartographen auf. Bezüglich seines eigenen Ausgangsmeridians stellt er fest: 'Solus igitur hodie es Recentioribus Geographis P. Ricciolius in sua Geographia reformata Primum Meridianum ad Insulam Palmam revocavit, quem postliminio & ego in tabulis meis Geographicis secutus sum. Licet enim Insula Ferro sit nonnihil ad Occasum & Austrum quàm Insula Palma remotior: haec tamen ob insignem S. Crucis portum, unde Columbus ex Europa in Americam primò digressus est, adeóque navigationibus versus occidentem exinde initium datum, ideo Insula Palma non immeritò Insulae Ferro praefertur.' (*P. Ricciolo* hat als einziger unter den neueren Geographen, also bis zum heutigen Tag, in seiner Geographia Reformata den ersten Meridian zur Insel *Palma* zurückgeholt, und dem bin ich wieder in meinen Tabellen gefolgt. Wenngleich auch die Insel *Ferro* etwas westlicher und südlicher als die Insel *Palma* liegt so ist dennoch diese, wegen des hervorragenden Hafens *Santa Cruz* von *Kolumbus*, seit er erstmals von Europa nach Amerika fuhr, auf seinen Seereisen nach Westen als Ausgangspunkt gewählt worden und die Insel *Palma*, nicht unverdient, der Insel *Ferro* vorgezogen worden).

Verlauf der Längenfehler:

Längenfehler im Atlantik:

Da *Lissabon* in der Tabelle, wie bei *Ricciolo*, die Länge 12° Ost aufweist, beträgt der Längenfehler gegenüber *Palma* 3°18'.

Längenfehler am Festland:

Die Tabellen sind zwar umfangreich aber sehr nachlässig redigiert und zahlreiche Fehler sind offensichtlich. Die Tabellen *Scherers* basieren auf den der ‹Tabula Latidudinum et Longitudinum nova› (Neue Breiten- und Längentafeln), die *P. Giovanni Baptista Riccioli S.J.* 1661 veröffentlichte. Dies ist auch aus Abbildung 4-30 zu ersehen, wo sich die Ausgleichspolynome der Längenfehler von *Riccioli* und *Scherer* praktisch decken. Das Titelblatt der ‹Tabellæ Geographicæ› und die Seite mit Ortspositionen Kärntens, die grobe Fehler aufweisen, zeigen die Reproduktionen 4-22 und 4-23 im Anhang.

Untersuchungsergebnisse der Tabelle:

Ausgangsmeridian: Palma, Kanarische Inseln, 17°50' westlich von *Greenwich*

Länge der Mittelmeerachse zwischen *Gibraltar* und *Alexandretta*: 49°54'

4.7 Die französischen Kartographie des 18. Jahrhunderts

4.7.1 Académie Royale des Sciences a Paris; Tabellen 'La Connoissance des Temps', 1683 bis 1750

Die folgenden Angaben über die Änderungen der Ortspositionen in den von der 'Académie Royale des Sciences' in *Paris* herausgegebenen Ephemeriden der königlichen Sternwarte beziehen sich nur auf den Untersuchungsbereich von den atlantischen Inseln bis *Aleppo* und auf die in der leicht geänderten Standardliste enthaltenen Orte. Die Untersuchung betraf folgende Jahrgänge: 1683, 1689 bis 1699, 1701 bis 1703, 1706, 1716, 1718, 1720, 1730, 1740 und 1750. Kleinere Änderungen oder das Hinzufügen bzw. Fallenlassen von verschiedenen Ortskoordinaten sind häufig festzustellen. Es wurden aber nur jene Tabellen ausgewertet, in denen größere Änderungen festgestellt werden konnten und von 1720 bis 1750 nur jeder 10. Jahrgang. Die Ephemeriden des Jahrganges 1716 wurden untersucht, um festzustellen, ob die umfangreichen Änderungen des Jahres 1718 bereits Vorgänger hatten.

ORTE	λ_{SOLL} AB PARIS ° '	λ_{IST} CdT 1702 ° '	λ_{IST} CdT 1706 ° '	λ_{IST} CdT 1718 ° ' "	ASTRO-NOM	JAHRE DER BESTIM-MUNG	λ_{IST} ° ' "	$\Delta\lambda$ ° ' "
SALONIKI	20°38'			20°48'	Feuillée	1701/02	20°48'00"	0°10'00"
CANDIA	22°48'			22°58'	Feuillée	1701/02	22°58'00"	0°10'00"
ISTANBBUL	26°37'	29°30'	26°33'	26°33'30"	Chazelles	1693/94	26°36'15"	-0°00'45"
ALEXANDRIA	27°35'	28°00'	27°54'	27°56'30"	Chazelles	1693/94	27°50'00"	0°15'00"
KAIRO	28°55'		29°35'	29°06'15"	Chazelles	1693/94	29°10'00"	0°15'00"
ALEXANDRETTA	33°48'			34°00'	Chazelles	1693/94	33°55'00"	0°07'00"

Tab. 4-1: Ergebnisse der Längenbestimmungen der Académie des Sciences im östlichen Mittelmeer 1693 bis 1702 nach *Oscar Peschel* [PESCHEL 1865, S. 582/83].

Im Auftrag der Pariser Akademie der Wissenschaften bestimmten *Jean-Mathieu de Chazelles* (1657-1710) 1693/94 und *P. Louis Feuillée* (1660-1732) 1701/02 die Längenwerte einiger Orte im östlichen Mittelmeerraum durch Beobachtungen des ersten Jupitermondes, die gleichzeitig auch von der Pariser Sternwarte durchgeführt wurden. Der Grund für die Kontrolle aller zugänglichen Jahrgänge der 'Connoissance des Temps' zwischen 1689 und 1718 war festzustellen, wann diese Ortskoordinaten veröffentlicht und damit frei zugänglich wurden. Erst 1706 treten *Kairo, Jerusalem* und *Aleppo* erstmals auf, der Wert von *Istanbul* wurde um 2°57' und jener von *Alexandria* um 6' verbessert. Der durchschnittliche Fehler dieser 5 Längenwerte beträgt nur noch 19'. Der 1718 für *Alexandretta* angegebene Wert von 34°00' liegt um 12' zu hoch. Die von *Jean-Mathieu de Chazelles* 1693/94 und *P. Louis Feuillée* 1701/02 bestimmten Werte verschiedener Orte am Mittelmeer zeigt die Tabelle 4-1. Auch wenn man die damaligen Reisezeiten in Betracht zieht, ist der große Zeitunterschied zwischen den Längenbestimmungen und ihrer Aufnahme in die Ephemeriden sowie die teilweise Verschlechterung der von *Chazelles* ermittelten Werte nicht zu erklären. Eine Zusammenstellung der Längenwerte der untersuchten Tabellen der 'Connoissance des Temps' für ausgewählte Orte im Untersuchungsbereich findet sich in Tabelle 4-1 im Anhang,. Änderungen gegenüber der vorhergehenden Tabelle sind leicht schattiert.

Die Längsachse des Mittelmeers kann auch aus den späteren Jahrgängen der Tabellen der 'Connoissance des Temps' nicht direkt bestimmt werden. *Alexandretta* ist zwar seit 1718 in den Tabellen enthalten, *Gibraltar* und *Ceuta* wurden aber nicht aufgenommen. Andererseits findet sich *Cadiz* seit 1693 in den Tabellen. Unter der Voraussetzung, daß die Längendifferenz von 57' zwischen *Cadiz* und *Gibraltar* keinem gravierenden Fehler unterworfen war, wird ab 1718 die Längsachse des Mittelmeers auf dieser Grundlage berechnet.

Ausgangsmeridiane:

Alle Tabellen der 'Connoissance des Temps' sind auf den Meridian der königlichen Sternwarte in *Paris* bezogen.

4.7.1.1 'La Connoissance des Temps'; 1683

Verlauf der Längenfehler:

Längenfehler am Festland:

Die Tabelle gibt die Längen in h-min-sec an, ist aber sehr vorsichtig erstellt. Es fehlen viele Orte, die in älteren Tabellen des 16. und 17. Jahrhunderts enthalten sind. Die Werte der Tabelle reichen nur von *Brest* bis *Rom*. Während aber die Breitenwerte dieses Bereichs praktisch fehlerfrei angeführt sind, treten bei den Längenwerten, vor allem von *Amsterdam* und *Rom*, noch immer gegenüber *Paris* Fehler von 56' bzw. 1°35' auf. Die Längen- und Breitenfehler dieser Tabelle sind in Abbildung 4-32 dargestellt. Trotz des kleinen Längenbereiches sind die Längenfehler noch beachtlich.

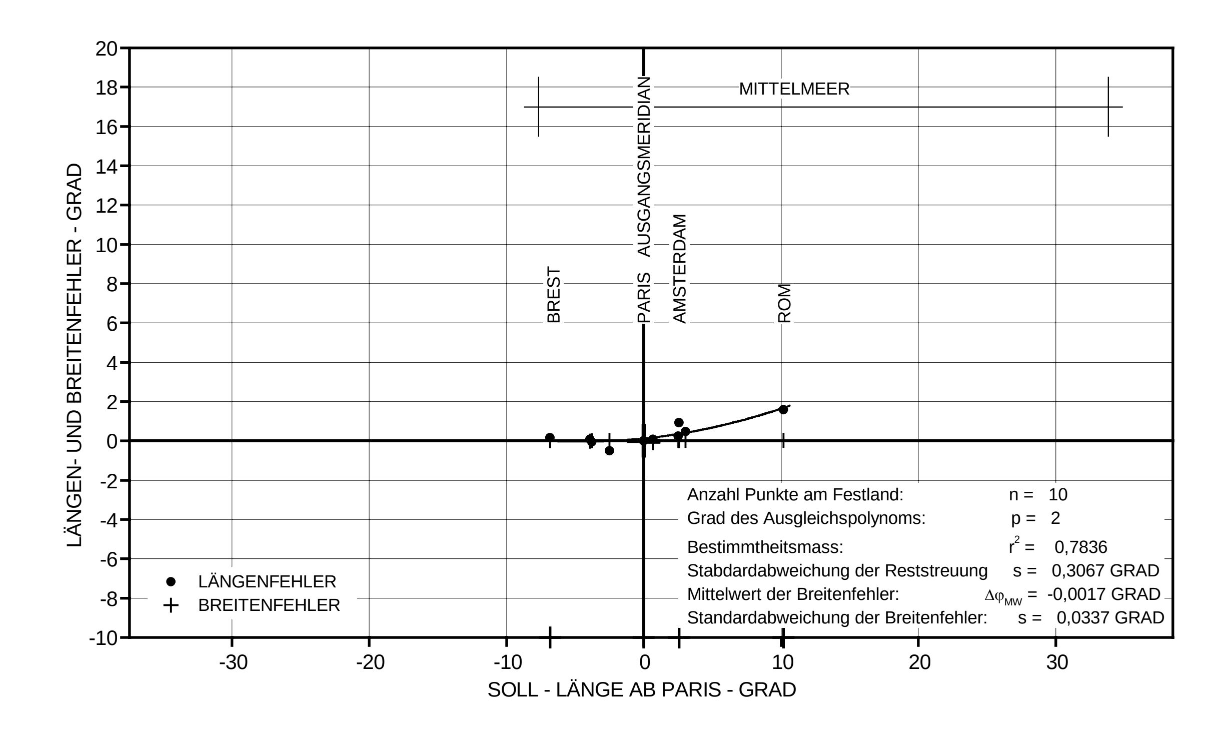


Abb. 4-32: Längen- und Breitenfehler ab dem Bezugsmeridian *Paris* in 'La Connoissance des Temps', 1683.

Untersuchungsergebnisse der Tabelle:

Ausgangsmeridian: Paris
Länge der Mittelmeerachse: nicht feststellbar

4.7.1.2 *'La Connoissance des Temps'; 1689 bis 1692*

Verlauf der Längenfehler:

Längenfehler am Festland:

Die Tabellen geben die Längen weiter in h-min-sec an und sind, wie jene von 1683, sehr vorsichtig erstellt. Die Werte der Tabellen reichen - wie dort von *Brest* bis *Rom* - sie enthalten aber einige Werte mehr als jene von 1683. Auf eine graphische Darstellung des Fehlerverlaufes wurde wegen des kleinen Bereichs und der weitgehenden Gleichheit der Werte mit 'La Connoissance des Temps' von 1683 verzichtet. Die gleichbleibenden Titel der Ortskoordinatentabellen ‹Table des Differences | des meridiens des principales Villes de France, | & des environs à l'egard de celuy de Paris; & | leurs latitudes ou hauteurs de pôle› zeigen, daß diese Tabellen hauptsächlich für den Bereich Mitteleuropa gedacht waren. Erst mit der starken Erweiterung der Tabelle von 1702 bezieht sich der Tabellentitel zusätzlich auch auf die wichtigsten Städte der Erde.

Untersuchungsergebnisse der Tabelle von 1689:

Ausgangsmeridian: Paris

Länge der Mittelmeerachse: nicht feststellbar

4.7.1.3 *'La Connoissance des Temps'; 1693 bis 1700 und 1701*

Verlauf der Längenfehler:

Längenfehler am Festland 1693:

Die Tabelle von 1693 erweiterte den dargestellten Längenbereich stark. Sie reicht nun von *Lissabon* bis *Istanbul* und zeigt auch noch einen Wert für *Isfahan* mit 4^{h} 14' östlich von *Paris* (IST 63°30', SOLL 49°21'). 1695 wird der Längenbereich allerdings wieder auf *Brest* bis *Wien* zurückgenommen und bleibt so bis zur nächsten Erweiterung 1702. Die Längen- und Breitenfehler dieser Tabelle sind weitgehend identisch mit jenen der Ephemeriden von 1702 und werden daher nicht graphisch dargestellt. Der Bereich der Tabelle unterscheidet sich von jener nur durch das Fehlen der Koordinaten von *Ferro* und *Alexandria*. Das Titelblatt der Ephemeriden für das Jahr 1701 'La Connoissance des Temps' und die Seite mit dem Ausgangsmeridian *Paris* zeigen die Reproduktionen 4-24 und 4-25 im Anhang.

Untersuchungsergebnisse der Tabelle von 1693:

Ausgangsmeridian: Paris

Länge der Mittelmeerachse: nicht feststellbar

4.7.1.4 *'La Connoissance des Temps'; 1702 bis 1705*

Verlauf der Längenfehler:

Längenfehler im Atlantik 1702:

Auf *Paris* bezogen, weist *Ferro* einen Längenfehler von 1' auf, der Abstand zwischen *Ferro* und *Lissabon* wird jedoch um 1°31' unterschätzt.

Längenfehler am Festland:

1702: Die Tabelle von 1702 erweitert wieder den seit 1695 stark eingeschränkten Längenbereich. Erstmals werden auch die atlantischen Koordinaten von *Ferro*, 20°30' und *Kap Verde* 19°30' westlich von *Paris* angeführt. Es treten auch erstmals Werte in Amerika und Asien auf. Die Tabelle gibt jetzt die Längenwerte in

Stunden und Minuten sowie in Grad und Minuten an. Die Breitenwerte sind wie bisher in Grad und Minuten angeführt. Die Längen- und Breitenfehler dieser Tabelle sind in Abbildung 4-33 dargestellt. Wie das Diagramm zeigt, verschiebt der Längenfehler *Lissabons*, bezogen auf *Paris*, von 1°32' die ganze Fehlerreihe um diese Differenz zu höheren Werten.

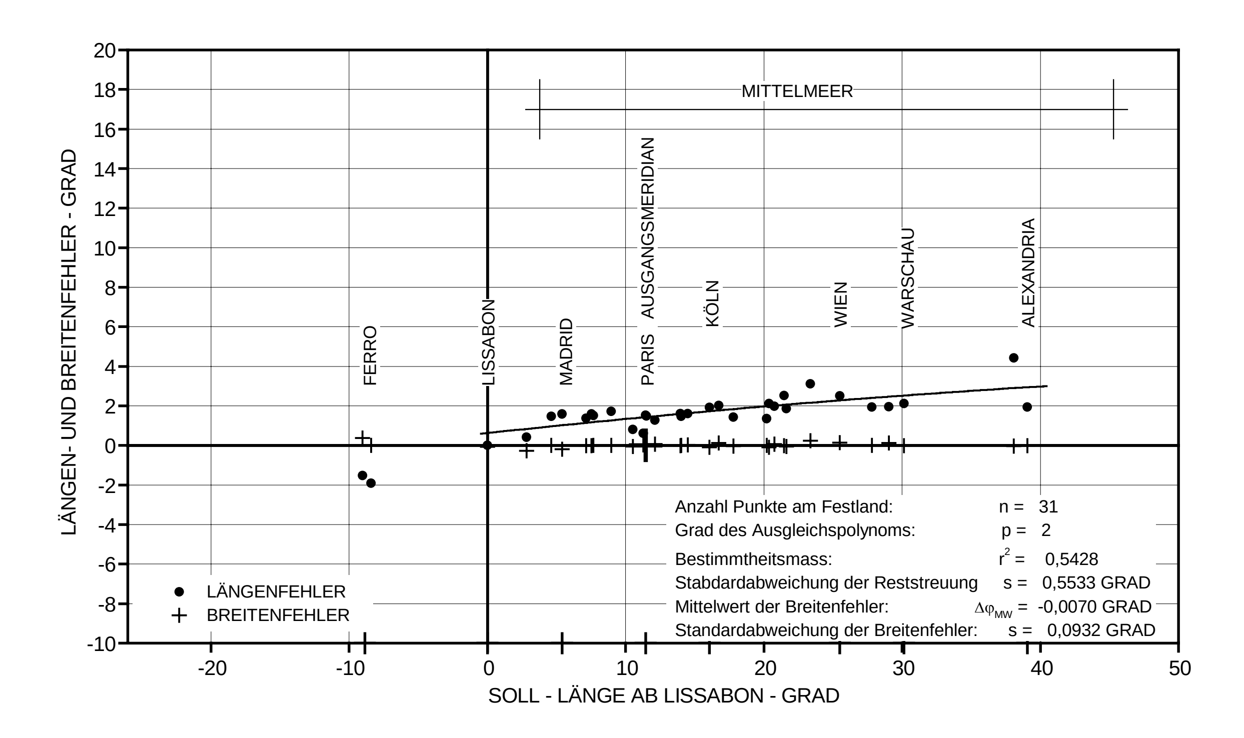


Abb. 4-33: Fehlerverlauf ab dem Bezugsmeridian *Lissabon* in den Ephemeriden 'Connoissance des Temps' 1702.

1703: Die Tabelle von 1703 ist weitgehend mit jener von 1702 identisch. Das Format des Bandes wurde aber von 10,2 x 15,7 auf 12 x 19,5 cm vergrößert. Dies erlaubte die Beilage eine Karte von *G. Delisle* mit dem Titel <Carte | de France | ... |Par Guille. De l'Isle | 1703>. Die Karte ist im unechten, flächentreuen, zylindrischen Netzentwurf nach Sanson-Flamsteed ausgeführt und besitzt eine Maßstab von 1 : 6,8 Millionen. Obwohl die Tabelle *Ferro* mit einer Länge von 20°30' anführt, zeigt die Karte *Paris* auf 20°.

1705: Die Tabelle von 1705 ist weitgehend mit jener von 1703 identisch.

Untersuchungsergebnisse der Tabelle von 1702:

Ausgangsmeridian: l'Observatoire Royal de *Paris*

Länge der Mittelmeerachse: nicht feststellbar

4.7.1.5 'Connoissance des Temps'; 1706

Verlauf der Längenfehler:

Längenfehler im Atlantik:

Durch die von *G. Delisle* (1675-1726) durchgesetzte Definition des Ferro-Meridianes mit 20° westlich von *Paris*, statt des früher weitgehend korrekten Wertes von 20°30', vergrößert sich für *Ferro*, auf *Paris* bezogen, der Längenfehler auf -29'. Der Abstand zwischen *Ferro* und *Lissabon* verbesserte sich aber stark, der Fehler beträgt nur noch 14'.

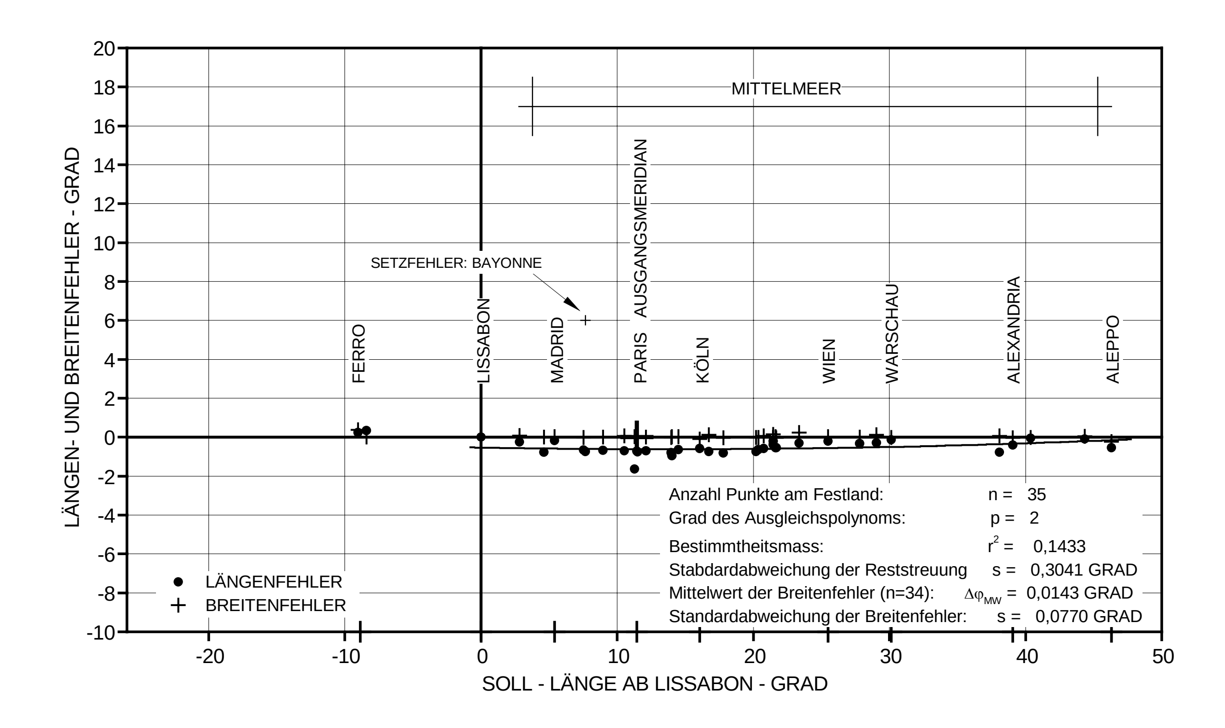


Abb. 4-34: Fehlerverlauf ab dem Bezugsmeridian *Lissabon* in den Ephemeriden 'Connoissance des Temps' 1706.

Längenfehler am Festland:

Die Tabelle von 1706 reicht nun von *Ferro* bis *Aleppo* und gibt im östlichen Mittelmeerraum auch die Länge von *Kairo* an, bringt allerdings keinen Wert für *Alexandretta* oder *Antiochia*. Bei den Längenangaben der Zeitunterschiede zu *Paris* sind erstmals auch Sekunden, wenn auch nur für wenige Ortspositionen, angeführt. Auch die 'Carte de France' von *G. Delisle* aus dem Jahre 1703 ist wieder beigelegt. Der Fehlerverlauf ist in Abbildung 4-34 dargestellt

Die Verbesserung des Fehlerverlaufes am Festland gegenüber der Tabelle von 1702 ist auf zwei Ursachen zurückzuführen. Die Länge von *Lissabon* wurde von 13° West auf 10°45' (SOLL 10°28') zurückgenommen. Da alle Längenwerte auf *Lissabon* bezogen sind, wurde die Kurve in Richtung der Abszisse absenkte. Die Werte von *Wien*, *Istanbul* und *Alexandria* wurden stark verbessert und die neu hinzugekommenen Orte im östlichen Mittelmeerraum weisen nur geringe Längenfehler auf. Bei den Breitenfehlern liegt der Mittelwert bei -1', die Standardabweichung bei 5'.

Untersuchungsergebnisse der Tabelle:

Ausgangsmeridian: l'Observatoire Royal de Paris

Länge der Mittelmeerachse (mit Korrekturen für *Cadiz* und *Aleppo*): 41°11'

4.7.1.6 'Connoissance des Temps'; 1716

Die Tabelle von 1716 unterscheidet sich nur im Längenwert von *Barcelona*, der stark verbessert wurde, von jener aus dem Jahre 1706. Sie wurde daher nicht weiter ausgewertet.

Untersuchungsergebnisse der Tabelle:

Ausgangsmeridian: l'Observatoire Royal de Paris

Länge der Mittelmeerachse: nicht feststellbar

4.7.1.7 'Connoissance des Temps'; 1718

In dieser Tabelle werden erstmals neben der Längenangabe in h, min und sec auch bei den Werten im Gradmaß Sekunden mit angegeben.

Verlauf der Längenfehler:

Längenfehler im Atlantik:

Die Länge von *Ferro* weist, bezogen auf *Paris*, wegen der Definition *Delisles* einen Fehler von -29' auf. Der Fehler des Abstands zwischen *Ferro* und *Lissabon* beträgt 14'.

Längenfehler am Festland:

Gegenüber den Tabellen von 1706 und 1716 wurden zahlreiche Längenwerte geändert, wovon einige auch Abweichungen in Richtung einer Verschlechterung brachten. Diese bewegten sich jedoch in den meisten Fällen im Sekundenbereich. Neu ist die Aufnahme des *Pic von Teneriffa* mit einem Längenfehler von -29' und von *Alexandretta* in die Tabelle so daß unter der in Abschnitt 4.7.1 hinsichtlich des Längenunterschieds zwischen *Cadiz* und *Gibraltar* getroffenen Annahme die Länge des Mittelmeerachse berechnet werden kann.

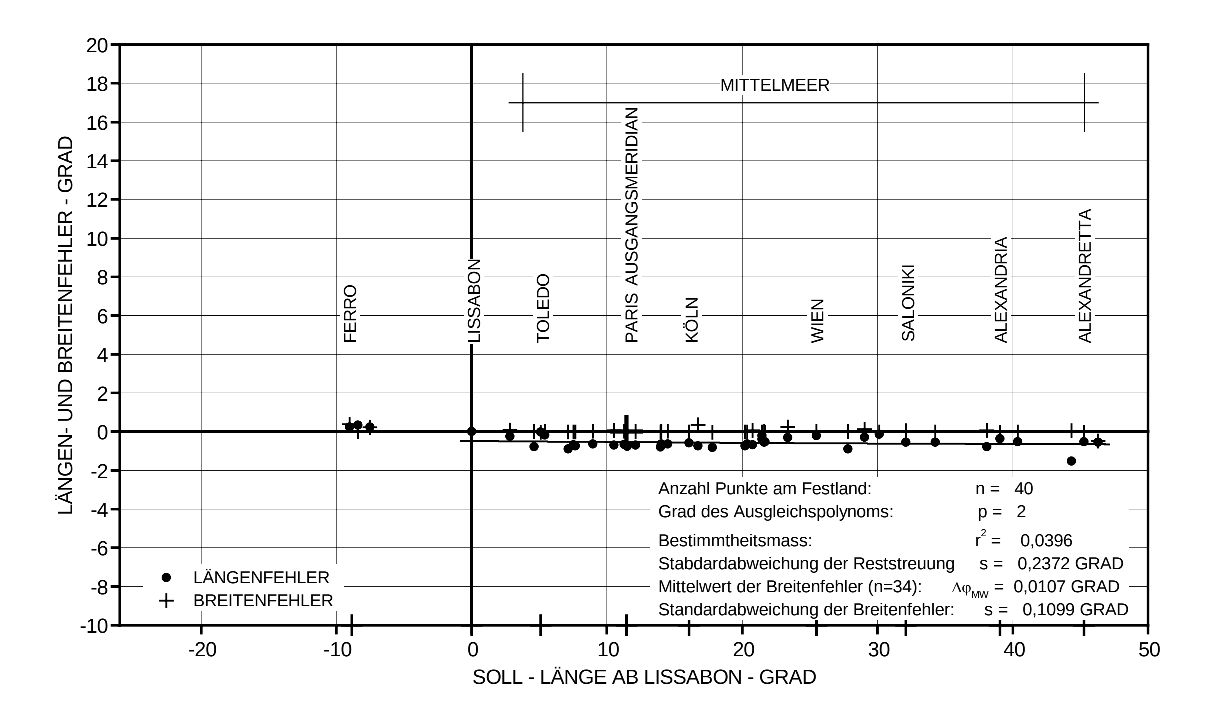


Abb. 4-35: Fehlerverlauf ab dem Bezugsmeridian *Lissabon* in den Ephemeriden 'Connoissance des Temps' 1718.

Das Ausgleichspolynom der Längenfehler in Abbildung 4-35 verläuft praktisch parallel zur Abszisse. Die markante Abweichung des Ausgleichspolynoms von der Abszisse ist auf den individuellen Längenfehler *Lissabon*s von -43' in Bezug auf *Paris* zurückzuführen. Dies führt zu einem durchschnittlichen Längenfehler von –34'. Werden die Längenwerte auf den Ausgangsmeridian *Paris* bezogen, so verringert sich der durchschnittliche Längenfehler auf 3'.

Untersuchungsergebnisse der Tabelle:

Ausgangsmeridian: l'Observatoire Royal de Paris

Länge der Mittelmeerachse: 41°13' (Länge *Cadiz-Alexandretta*, korrigiert nach *Gibraltar*)

4.7.1.8 'Connoissance des Temps'; 1720

Verlauf der Längenfehler:

Längenfehler im Atlantik:

Die Tabelle von 1720 weist gegenüber jener von 1718 im atlantischen Bereich nur die zusätzliche Aufnahme der *Azoreninsel Pico* mit einem Längenfehler von 29', in bezug auf *Lissabon* auf.

Längenfehler am Festland:

Die Tabelle von 1720 zeigt gegenüber jener von 1718 nur eine Verschlechterung des Längenwertes von *Jerusalem*, was aber auch auf einen Setzfehler zurückzuführen sein kann. In der nächsten untersuchten Tabelle von 1730 ist wieder der alte Wert eingetragen. Auf eine graphische Darstellung der Längenfehler der Tabelle von 1720 wurde daher verzichtet.

Untersuchungsergebnisse der Tabelle:

Ausgangsmeridiane: l'Observatoire Royal de Paris

Länge der Mittelmeerachse: 41°13' (Länge *Cadiz-Alexandretta*, korrigiert nach *Gibraltar*)

4.7.1.9 'Connoissance des Temps'; 1730

Verlauf der Längenfehler:

Längenfehler im Atlantik:

Keine Änderungen gegenüber 1718 und 1720. Die Länge von *Ferro,* auf *Paris* bezogen, weist wie früher den Fehler von -29' auf. Der Fehler des Abstands zwischen *Ferro* und *Lissabon* beträgt 14'.

Längenfehler am Festland:

Diese Tabelle wurde nicht mehr von *Jacques Lieutaud* (1660-1733) sondern von *Louis Godin* bearbeitet. Sie wurde stark erweitert, zeigt aber gegenüber jener von 1718/1720 nur einige unbedeutende Änderungen der Längenwerte, die alle, mit Ausnahme der Rücknahme der Länge *Jerusalems* auf den alten Wert von 1718, maximal 30' betragen. Es erfolgte keine graphische Auswertung der Tabelle.

Untersuchungsergebnisse der Tabelle:

Ausgangsmeridian: l'Observatoire Royal de Paris

Länge der Mittelmeerachse: 41°13' (Länge *Cadiz-Alexandretta*, korrigiert nach *Gibraltar*)

4.7.1.10 'Connoissance des Temps'; 1740

Diese Tabelle wurde bereits von *Govanni Domenico Maraldi II* (1709-1788) bearbeitet. *Maraldi* verwandt mit *Cassini,* kam 1726 nach *Paris* und war von 1735-1759 Herausgeber der 'Connoissance des Temps'.

Verlauf der Längenfehler:

Längenfehler im Atlantik:

Die Länge von *Ferro* wird, gegenüber dem bereits niedrigen Wert von *Delisle*, 20°, noch einmal um fast 9' verringert. Damit weist diese Insel, auf *Paris* bezogen, einen Fehler von -37'30" auf. Durch eine starke Korrektur der Länge von *Lissabon* um über 30' verschlechtert sich auch der Fehler des Abstands zwischen *Ferro* und *Lissabon* auf -27'.

Längenfehler am Festland:

Die Tabelle zeigt gegenüber jener von 1730 einige Verbesserungen der Längenwerte. *Uranienburg* wurde mit einem gegenüber der Längenbestimmung von *Picard* 1671 stark verbesserten Wert in sie aufgenommen. Neu in der Tabelle ist auch *Greenwich* mit einem Längenunterschied zu London von 7'45". Es erfolgte keine graphische Auswertung der Tabelle.

Untersuchungsergebnisse der Tabelle:

Ausgangsmeridian: l'Observatoire Royal de Paris

Länge der Mittelmeerachse: 41°30' (Länge *Cadiz* korrigiert nach *Gibraltar*)

4.7.1.11 'Connoissance des Temps'; 1750

Die Tabelle der Ortspositionen: ‹Table de la Difference des Méridiens en heures &[t] degrés entre l'Observatoire Royal de *Paris* &[t] les pricipaux lieux de la Terre avec leur latitude ou hauteur de Pole› umfaßt 212 Eintragungen. Sie gibt die Länge sowohl in h-min-sec als auch in grad-min-sec an, ist aber vorsichtig erstellt. Es fehlen viele Orte, die in älteren Tabellen enthalten sind. Die Länge des *Pico de Teneriffa* ist auf 6' genau bestimmt, *Alexandretta* zeigt, wie seit 1718, auf *Greenwich* umgerechnet, nur eine Differenz von 12' gegenüber dem SOLL-Wert von 36°08'. Auch der alte, fehlerhafte Längenwert von *Wien* wurde um 30' auf den SOLL-Wert korrigiert. Das Titelblatt der Ephemeriden für das Jahr 1750 'Connoissance des Temps' und die Seite mit der auf *Paris* bezogenen Länge von *Greenwich* zeigen die Reproduktionern 4-26 und 4-27 im Anhang.

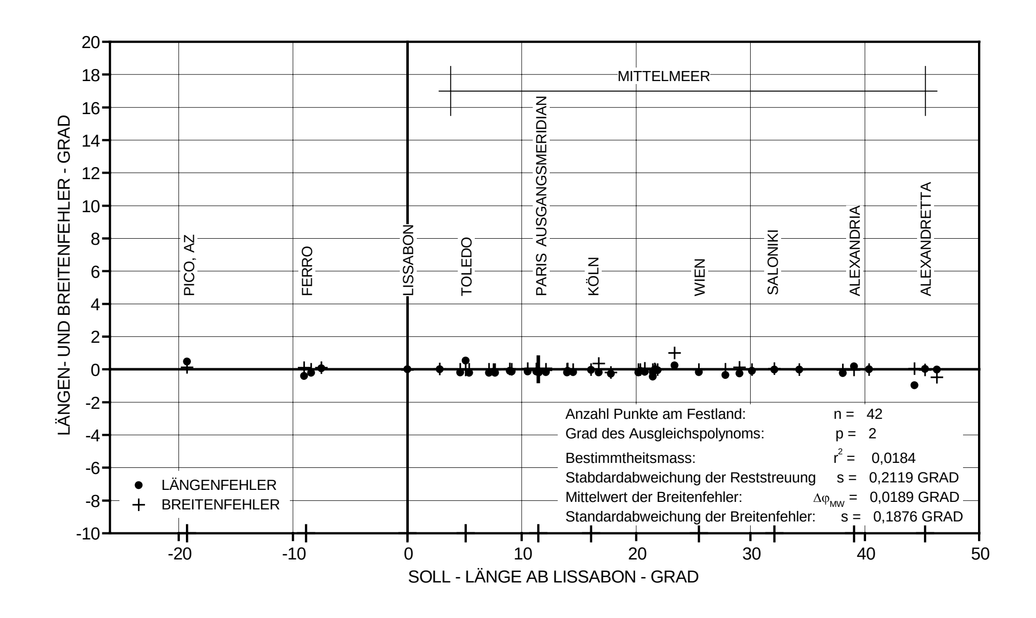


Abb. 4-36: Fehlerverlauf ab dem Bezugsmeridian *Lissabon* in den Ephemeriden 'Connoissance des Temps' 1750.

Verlauf der Längenfehler:

Längenfehler Atlantik:

Die größte Verbesserung betrifft *Teneriffa* mit 23'. Die Länge von *Ferro*, bezogen auf *Paris*, wird gegenüber 1740 um ca. 3' vergrößert, ist aber noch immer ca. 34'45" zu niedrig. Der Längenfehler zwischen *Ferro* und *Lissabon* beträgt -24'15":

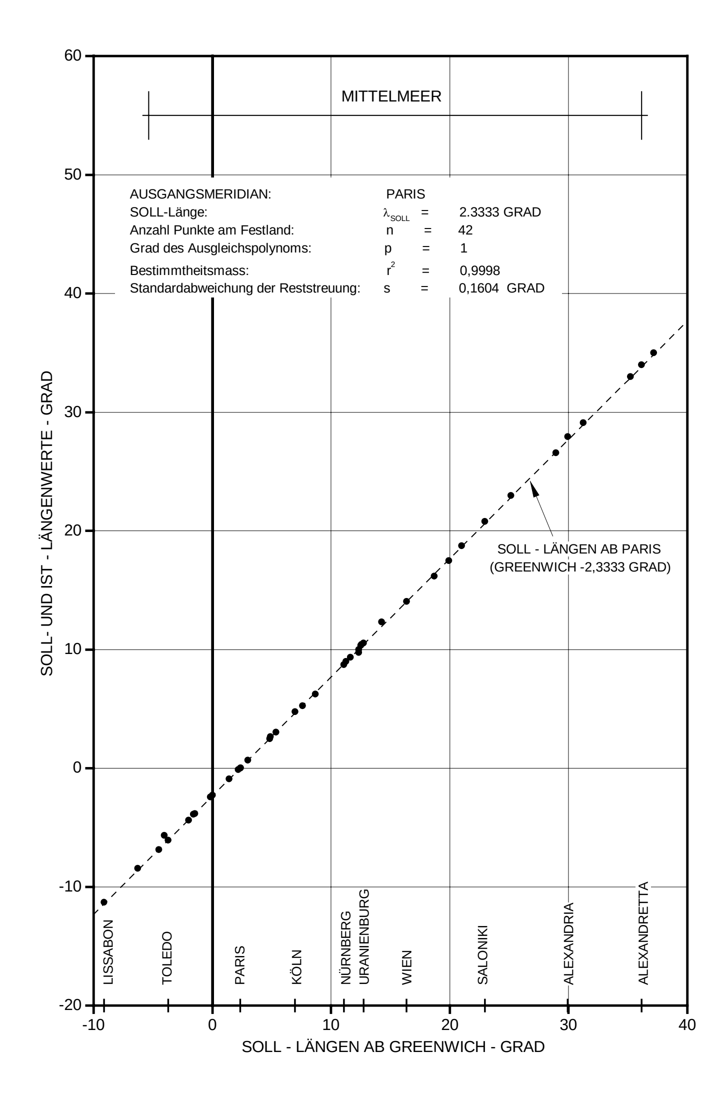


Abb. 4-37: Längenwerte in der Tabelle 'Connoissance des Temps' der Académie Royale des Sciences, 1750 für den Festlandsbereich der Untersuchung.

Längenfehler am Festland:

Die Tabelle zeigt gegenüber 1740 eine Reihe von Änderungen, fast durchwegs Verbesserungen der älteren Werte. Die größte Verbesserung betrifft *Wien* mit 30'. Den Fehlerverlauf der Tabelle von 1750 zeigt Abbildung 4-36, die IST-Längenwerte ab dem Ausgangsmeridian Paris Abbildung 4-37.

Untersuchungsergebnisse der Tabelle von 1750:

Ausgangsmeridian: Paris à l'Observ.

Länge der Mittelmeerachse: 41°13' (Länge *Cadiz-Alexandretta*, korrigiert nach *Gibraltar*)

4.7.2 *Jacques Cassini*; Tabellen 1693 und 1723 (1740)

Jacques Cassini (*Cassini II*, 1677-1756), Sohn von *Jean-Dominique Cassini* (*Cassini I*, 1625-1712), wurde 1694 bereits als Student in die Pariser Akademie der Wissenschaften aufgenommen. Schon 1696 wurde er auch Mitglied der 'Royal Society' in *London*. Ab 1712 Leiter der Pariser Sternwarte, beschäftigte er sich auch mit Kartographie und der Vermessung des Meridians von *Paris*. Diese Arbeiten führten ihn zu der 1718 veröffentlichten Theorie, daß die Erde gegen die Pole zu nicht abgeplattet sei, wie von *Newton* vertreten, sondern eine verlängerte Polachse hätte.

4.7.2.1 Tabelle von 1693 nach Sandler 1905

Die Werte stammen aus der Vergleichstabelle von *Christian Sandler*, die keine Inseln im Atlantik enthält [SANDLER 1905]. Die Originaltabelle konnte nicht gefunden werden.

Ausgangsmeridian:

Paris

Verlauf der Längenfehler:

Längenfehler am Festland:

Da *Lissabon*, bezogen auf *Paris*, einen atypisch großen Längenfehler von -1°58' aufweist, verschlechtern sich auch die anderen Werte dieser Reihe. Der durchschnittliche Längenfehler steigt von 4' auf den Meridian von *Paris* bezogen, auf -32' beim Referenzmeridian von *Lissabon*, während die Standardabweichung mit etwa 20' gleich bleibt. Der Längenunterschied zwischen *Lissabon* und *Alexandretta* ist aber mit 44° nur noch 1°16' zu niedrig angegeben.

Untersuchungsergebnisse der Tabelle:

Ausgangsmeridian: Paris

Länge der Mittelmeerachse: nicht feststellbar.

4.7.2.2 'Tables Astronomiques'; 1723 (gedruckt 1740)

Titel: 'Tables | Astronomiques | Du Soleil, De La Lune, |Des Planetes, | Des Étoiles Fixes, | ... | Par M.[r] Cassini, Maìtre des Comptes, de l'Académie Royale | des Sciences, ... | ... | A Paris, | ... | M.DCCXL.'

Tabelle: ‹Table Premiére. | de la Différence des Méridiens | entre l'Observatoire Royal de Paris & les pricipaux lieux | de la Terre; | avec leur Latitude ou Hauteur du Pole.›

Ausgangsmeridian:

Paris, 'la différence des meridiéns | entre l'Observatoire Royal de Paris & les pricipaux lieux | de la Terre'

Verlauf der Längenfehler:

Längenfehler im Atlantik:

Die Länge von *Ferro*, bezogen auf *Paris*, beträgt 19°51'30" West, und liegt damit 37'30" zu niedrig. Der Längenfehler zwischen *Ferro* und *Lissabon* beträgt +6'.

Längenfehler am Festland:

Die Ephemeriden enthalten auch ein Ortsverzeichnis mit 238 Ortspositionen. Diese sind bis auf Sekunden genau angegeben. Das Titelblatt der 'Tables Astronomiques' und den Anfang der Ortstabelle zeigt die Reproduktion 4-28 im Anhang. Die Längsachse des Mittelmeeres wurde unter der in Abschnitt 4.7.1 getroffenen Annahme berechnet.

Untersuchungsergebnisse der Tabelle:

Ausgangsmeridian: Paris, l'Observatoire Royal

Länge der Mittelmeerachse: 41°30' (Länge *Cadiz* korrigiert nach *Gibraltar*)

4.7.3 *Philippe de La Hire*; Tabellen 1701 und 1727 (Erstauflage 1687?)

4.7.3.1 'Regiae Scientiarum Academiae | Ephemerides | ...' 1701

Titel: -'Regiae Scientiarum Academiae | Ephemerides | Juxta recentissimas observationes ad Meridianum Parisien- | sem in Observatore Regio | Authore Gab. Philip. De La Hire | eiusdem Academiae Socio | Ad Annum Ab Incarnatione Verbi MDCCI | ... | Amstelædami. | Apud Sebastianum Petzoldum 1701'. (Ephemeriden der königlichen Akademie der Wissenschaften nach den neuesten Beobachtungen am Pariser Meridian im königlichen Observatorium vom Autor *Gab. Philipp de La Hire*, Mitglied dieser Akademie, im Jahre nach der Fleischwerdung des Wortes 1701 | ... | *Amsterdam* bei *Sebastian Petzold* 1701)

Tabelle: ‹Tabula | seu | Catalogus Locorum Insigniorum cum differentia temporis | addenda vel substrahenda tempori sub Meridiano Paris- | siensi, eorumque altitudine Poli.› S. 9-13 (Tabelle oder Liste der bedeutenderen Orte mit ihrem Zeitunterschied zu addieren oder subtrahieren, zur Zeit des Pariser Meridians und deren Polhöhen)

Die Erstausgabe der 'Tabulae Astronomicae Ludovici Magni' konnte noch nicht gefunden werden. Ist ihr Erscheinungsjahr 1687 (?), so zeigt die Tabelle starke Verbesserungen gegenüber ihren Vorgängern.

Ausgangsmeridian:

Der Ausgangsmeridian ist das königliche Observatorium in *Paris*. Der von der Akademie favorisierte Abstand *Ferro-Paris* wird von 22½° auf 20½° verringert, was den wirklichen Verhältnissen fast genau entspricht und den Längenfehler auf 1' vermindert

Verlauf der Längenfehler:

Längenfehler im Atlantik:

Der Abstand *Ferros* zu *Lissabon* wird um 1°31' unterschätzt.

Längenfehler am Festland:

Wahrscheinlich wurden die Tafeln einer älteren Ausgabe ohne Änderungen nachgedruckt. Eine Berücksichtigung der neuen Längenbestimmungen im östlichen Mittelmeer erfolgte nicht. Den Fehlerverlauf der Tafeln zeigt Abbildung 4-38.

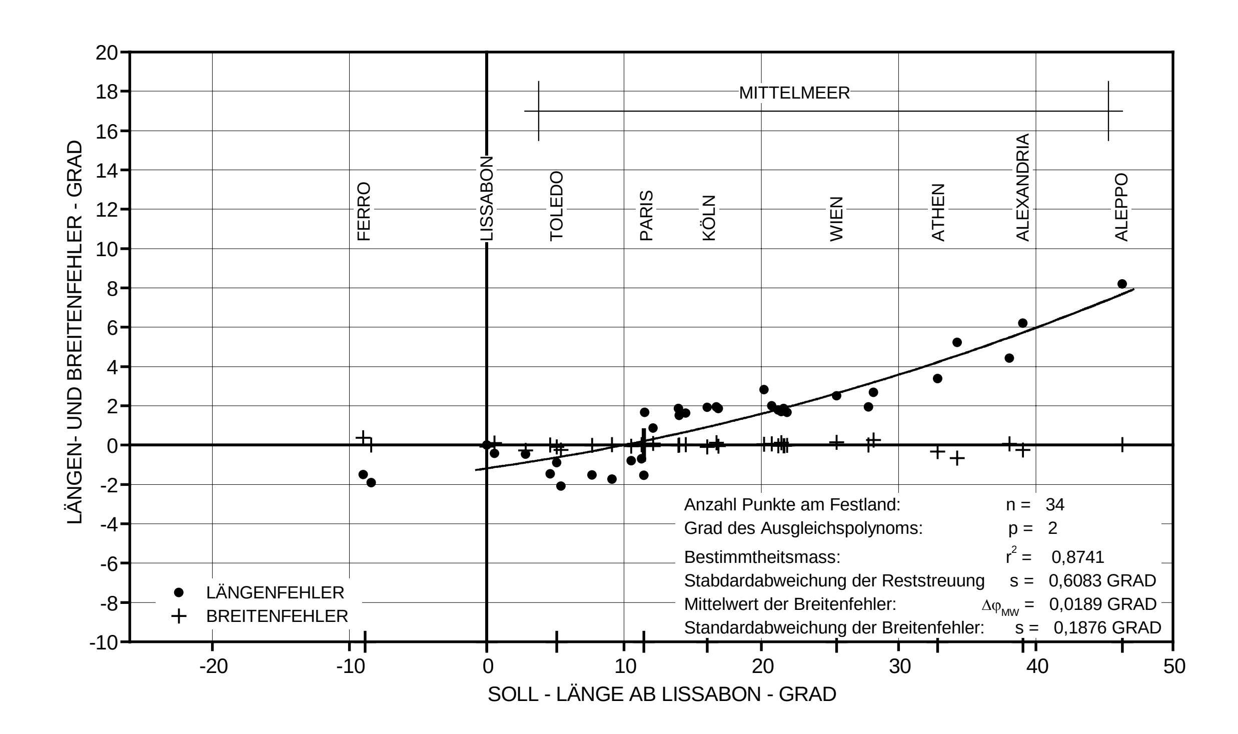


Abb. 4-38: Verlauf der Breiten- und Längenfehler ab dem Bezugsmeridian *Lissabon* der ‹Tabula seu Catalogus Locorum Insigniorum› von *Philippe de La Hire* aus dem Jahre 1701.

Untersuchungsergebnisse der Tabelle:

Ausgangsmeridian: Paris, in der Tabelle: 'Lutetia in Observat. 0 H. 0 M. 0 S.

Länge der Mittelmeerachse: legt man den Längenunterschied *Cadiz-Aleppo* zugrunde und zieht für die Differenzen zu *Gibraltar* und *Alexandretta* 1°59' ab, so ergibt sich die Länge des Mittelmeeres zu etwa 49°13'.

4.7.3.2 'Tabulae | Astronomicae | Ludovici Magni'; 1727

Titel: -'Tabulae | Astronomicae | Ludovici Magni' | ... | Ad Meridianum Observatorii Regii Parisiensis in quae habitae sunt observationes ab ipso Autore Philippo de La Hire, Regio Matheseos Professore, & Regio Scientiarum Academiae Socio. Secunda Editio. | ... | 1727' (Astronomische Tafeln *Ludwigs des Großen* | ... | Vom Meridian des königlichen Observatoriums in *Paris*, in welchem die Beobachtungen gemacht wurden, nämlich vom Verfasser *Philipp de La Hire* selbst, dem königlichen Professor der Mathematik und Mitglied der königlichen Akademie der Wissenschaften. Zweite Auflage | ... | 1727)

Tabelle: ‹Tabula IV. | Catalogus Locorum insigniorum cum differentia tempo- | ris addenda vel substrahenda temporis Meridiani Parisiensis, | vel Observatorii Regii, eorumque altitudine Poli.› S. 3-5 (Tabelle IV. Liste der bedeutenderen Orte mit ihrem Zeitunterschied zu addieren oder subtrahieren zur Zeit des Pariser Meridians oder des königlichen Observatoriums und deren Polhöhen)

Ausgangsmeridian:

Der Ausgangsmeridian ist das königliche Observatorium in *Paris* , der Abstand zu *Ferro* beträgt $1^h22'$ bzw. 20°30'.

Verlauf der Längenfehler:

Längenfehler im Atlantik:

Der Abstand *Ferros* zu *Lissabon* wird - wie bereits 1701 - um 1°31' unterschätzt.

Längenfehler am Festland:

Wie in den Tafeln von 1701 sind *Alexandretta* und *Antiochia* nicht in der Tabelle enthalten, es fehlt aber auch *Aleppo*. *Istanbul* zeigt bereits Längenfehler von 2°53' gegenüber dem Meridian von *Paris*. Gegenüber der Ausgabe von 1701 wurden fünf Längenangaben der untersuchten Orte geändert. Vier Verbesserungen betrugen im Mittel 37' ± 30', wobei vor allem die Korrekturen von *Madrid* und *Nürnberg* hervorzuheben sind. Die starke Verbesserung des (kontrollierten) Wertes für *Alexandria* um 4°15' ist offensichtlich ein Setzfehler, da dieser Punkt damit völlig aus dem Trend fällt. Das Titelblatt der 'Tabulae Astronomicae Ludovici Magni' und die Seite der Tabelle mit dem Ausgangsmeridian *Paris* zeigen die Reproduktionen 4-29 und 4-30 im Anhang.

Untersuchungsergebnisse der Tabelle:

Ausgangsmeridian: Paris, in der Tabelle: 'Lutetia in Observat. 0 H. 0 M. 0 S.'

Länge der Mittelmeerachse: nicht feststellbar

4.7.4 *Guillaume Delisle*; Einzelkarten 1714 und 1722 sowie der 'Atlas Nouveau' 1730

Guillaume Delisle (1675-1726) erhielt seine Ausbildung von seinem Vater, der in *Paris* ein bekannter Lehrer für Geschichte und Geographie war und mit dem er, zumindest zu Anfang seines Wirkens, eng zusammenarbeitete. 1700 veröffentlichte er seine Welt- und Erdteilkarten sowie Globen unter Berücksichtigung der neuesten Ortsbestimmungen der Akademie. Da es bis 1730 keinen Sitz für Geographie gab, wurde er 1702 als Astronom als Mitglied aufgenommen. Als Geographielehrer des jungen Königs erhielt er den erstmals verliehenen Titel eines 'Premier géographe du Roi'.

Der Umfang der Kartenproduktion *Delisles* konnte sich, wie schon bei *Mercator*, auf Grund seiner wissenschaftlichen Arbeitsweise bei weitem nicht mit jenen seiner Konkurrenten, wie *Sanson* oder *de Fer* messen. Für seine Kartenentwürfe verwendete er alle ihm zugänglichen Unterlagen, vor allem die von der 'Académie Royale des Sciences' auf wissenschaftlicher Basis ermittelten Werte, aber auch Seebücher und Seekarten sowie, wenn notwendig, auch ältere Beobachtungen von Mondfinsternissen. Unbekannte Gebiete ließ er auf seinen Karten leer. Insgesamt gab er nur etwa 100 Karten heraus. *Delisles* Hauptverdienst ist, die Umrisse der Kontinente und ihre Lage zueinander in realistischer Weise dargestellt zu haben. Eine seiner am längsten fortwirkenden Neuerungen war der Vorschlag, den Ausgangsmeridian von *Ferro* mit 20°00' westlich von der Sternwarte von *Paris* festzulegen. Dieser Vorschlag setzte sich wegen seiner Einfachheit und des Vorteils, den Meridian durch eine Sternwarte ersten Ranges fixiert zu haben, rasch durch. Dieser Ferromeridian wurde erst um die Wende zum 20. Jahrhundert durch den Meridian von *Greenwich* verdrängt [SANDLER 1905].

Die Karten *Delisles* sind einfach gestaltet und zeigen für zusammenhängende Gebiete gleiche Maßstäbe, die sich auf die Toise du Pérou und ihre Unterteilungen zurückführen lassen. Seine Karten wurden längere Zeit nachgedruckt wie die weiter unten angeführte <Carte d'Amerique> von 1722 zeigt, die sein Schwiegersohn *Philippe Buache* (1700-1773) als verbesserten Nachdruck 1763 noch einmal herausgab. *Buache* war selbst ein bekannter Geograph seiner Zeit und wurde als 'Premier géographe du Roi' der Nachfolger seines Schwiegervaters. 1730 wurde für ihn der Sitz eines Geographen bei der 'Académie Royale des Sciences' neu geschaffen.

4.7.4.1 <Hemisphere Septentrional>; 1714

Titel: <Hemisphere Septentrional | pour voir plus distinctement | Les Terres Arctiques | Par Guillaume Delisle de l'Académie R.[le] des Scien.ces | A Paris chez l'Auteur sur le Quay de l'Horloge | avec Privelege Juillet 1714.>

Polständige Abbildung der nördlichen Halbkugel vom Pol bis zum Äquator im stereographischen Netzentwurf. Der Durchmesser des Planigloben entspricht genau $1^1/_3$ Pariser Fuß.

Verlauf der Längenfehler:

Längenfehler im Atlantik:

Die Länge von *Paris*, bezogen auf *Ferro*, beträgt 20°15' und liegt damit 14' zu tief. Der Abstand von *Ferro* zu *Lissabon* wird um 29' überschätzt.

Längenfehler am Festland:

Der Verlauf der Längenfehler ist in Abbildung 4-39 dargestellt. Das Ergebnis wird durch den Längenfehler von -43' von *Lissabon* in bezug auf *Paris* etwas verfälscht. Wird *Paris* als Bezugsmeridian gewählt, so verringert sich der durchschnittliche Längenfehler von -41' auf -24'.

Untersuchungsergebnisse der Karte:

Ausgangsmeridian: Ferro, Punta Orchilla, Paris liegt auf 20°15' Ost

Länge der Mittelmeerachse: 42°15'

Abbildungsmethode: polständiger stereographischer Netzentwurf

Durchmesser des Planigloben: 436 mm

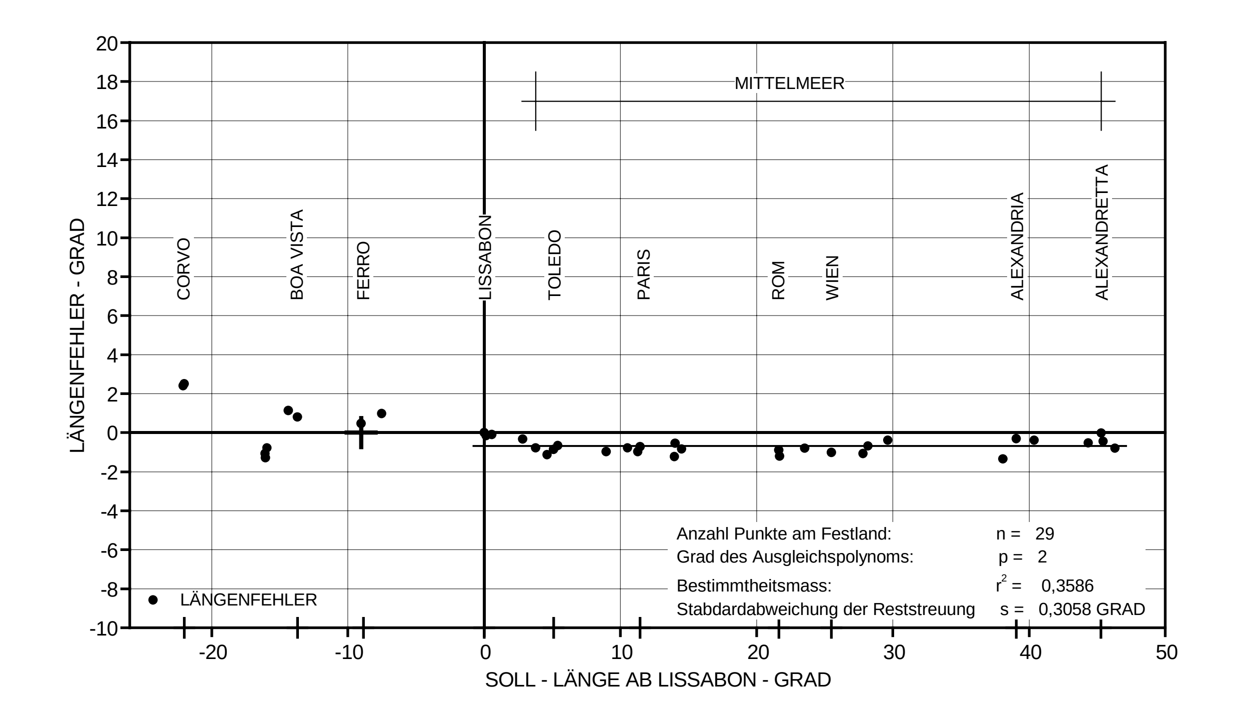


Abb. 4-39: Verlauf der Längenfehler ab dem Bezugsmeridian *Lissabon* der Karte der nördlichen Hemisphäre von *Guillaume Delisle* aus dem Jahre 1714.

4.7.4.2 <Carte d'Amerique>; 1722, Nachdruck 1763

Titel: <Carte | d'Amerique | dressée pour l'usage du Roy | en 1722. | Par Guillaume Delisle premier Géographe de SA MAJESTÉ | de l'Académie Royale des Sciences. | Et augmentée des Nouv.lles Découvertes en 1763. Par Phil. Buache son Gendre. | A Paris, | Chez l'Auteur, sur le Quay de l'Horloge. | avec Privilége>

Bezüglich des Maßstabes der Karte bemerkt *Delisle* in einer Textkartusche in der Südost-Ecke der Karte, daß auf Grund des Netzentwurfs kein graphischer Maßstab beigelegt werden könne. Der Abstand zwischen den 5° Parallelen betrage aber 100 lieues marines oder 125 lieues de France. Der Kartenmaßstab ändert sich stark über das Kartenbild.

Ausgangsmeridian:

In der Karte sind drei Meridiane beschriftet. Der Meridian von 330° - 'Ligne de Démarcation selon la Bulle du Pape Alexandre VI'. Der Meridian von 360°, er verläuft über *Ferro*, als 'Premier Méridien fixé a l'isle de Fer par la Déclaration du Roy Louis XIII', und der Meridian von 20° - 'Meridien de Paris'. Der Ausgangsmeridian wird also mit der von *Delisle* 1724 vorgeschlagenen Definition von 20° westlich von *Paris* verwendet. Den Nordost-Ausschnitt der Amerikakarte von 1722 mit dem Ausgangsmeridian über die *Isle de Fer* zeigt die Reproduktion 4-31 im Anhang.

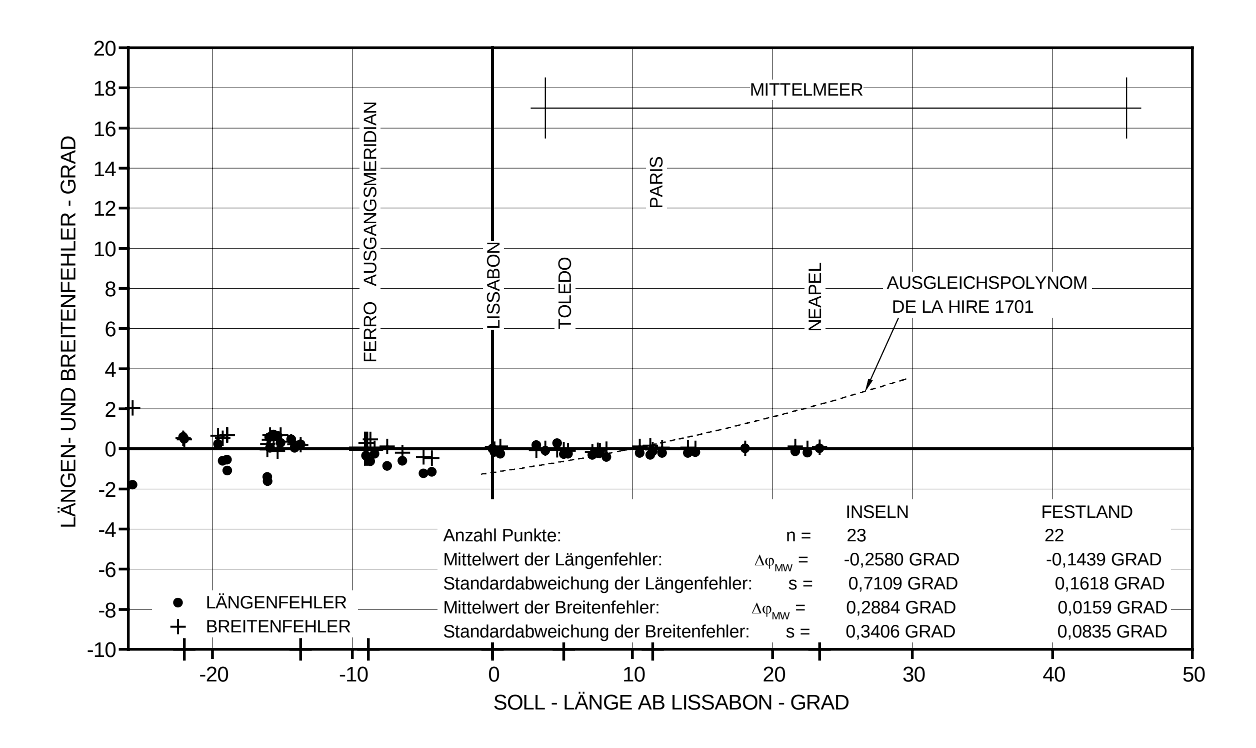


Abb. 4-40: Verlauf der Längenfehler ab dem Bezugsmeridian *Lissabon* der Amerika-Karte *Guillaume Delisles* aus dem Jahre 1722. Zum Vergleich das Ausgleichspolynom *P. de La Hires* von 1701

Verlauf der Längenfehler:

Längenfehler im Atlantik:

Die Länge von *Paris*, bezogen auf *Ferro*, beträgt 20° und liegt damit 29' zu tief. Auch der Abstand von *Ferro* zu *Lissabon* wird mit 8°40' um 21' unterschätzt.

Längenfehler am Festland:

Der Verlauf der Längenfehler ist in Abbildung 4-40 dargestellt. Da der Längenfehler von *Paris*, bezogen auf *Lissabon*, nur noch -8' beträgt, gruppieren sich die Werte um die Abszisse. Die Karte reicht im Osten nur bis zur Länge von *Neapel*.

Untersuchungsergebnisse der Karte:

Ausgangsmeridian: Ferro, definiert mit 20° westlich von *Paris*.

Länge der Mittelmeerachse: nicht feststellbar

Netzentwurf: nicht bestimmt

Maßstäbe an den Meridianen: von 1 : 17 Millionen bis 1 : 31 Millionen

4.7.4.3 'Atlas Nouveau'; 1730

Titel: 'Atlas | Nouveau, | Contenant Toutes | Les Parties Du | Monde, | ... | Par Guillaume de l'Isle. | Premier Géographe de sa Majesté. | Chez Jean Còvens & Corneille Mortier. | sur le Vygendam. | MDCCXXX.'

Der von Covens & Mortier in *Amsterdam* herausgegebene 'Atlas Nouveau' erschien erst nach dem Tod *G. Delisles*. Die Karten, soweit sie untersucht wurden, entstammen einem Zeitraum von 20 Jahren und zeigen dementsprechend auch Unterschiede in den Ausgangsmeridianen und der Längengenauigkeit der Orte. Die Karten wurden von Covens & Mortier trotz ihres großen Formats nicht sehr genau gestochen. Die Fehlerverläufe der Weltkarte sowie der Karten Europas, Afrikas und Nordwest-Afrikas sind in Abbildung 4-41 dargestellt.

Ausgangsmeridiane des Atlas:

Der Ausgangsmeridian der Europakarte von 1700 befindet sich nicht im Kartenbild, doch ist *Paris* auf 23°30' eingetragen, ein Ferromeridian, der mit dieser Definition auch von *Sanson* verwendet wurde. Es handelt sich hier um den alten ptolemäischen Wert für *Paris*. Die Festlegung des Ausgangsmeridians der Karte Nordwest-Afrikas kann aus der Karte zwar nicht direkt bestimmt werden, doch zeigt ein Vergleich der durchschnittlichen Längenfehler, daß es sich um den Meridian von *Ferro* mit der Definition 20° westlich von *Paris* handelt. Bezogen auf die Definition der Europakarte mit 23°30' westlich von *Paris* würde der durchschnittliche Längenfehler 3°04' betragen, nimmt man aber den Meridian 20° westlich von *Paris* als Basis, so verringert er sich der auf 23'. Die Ausgangsmeridiane der Afrika- und Weltkarte sind jeweils *Ferro* mit den Längen von 0° bzw. 359°15'. In der Weltkarte besitzt *Paris* die Länge von 20°, während *Paris* in der Afrikakarte nicht mehr dargestellt ist. Ein Vergleich der Längen von 18 identen Festlandspunkten zeigt aber, daß der Längenunterschied zwischen diesen beiden Karten nur 27' ± 29' beträgt, d. h. auch der Ausgangsmeridian der Afrikakarte läuft über *Ferro* mit der Definition 20° westlich von *Paris*.

Verlauf der Längenfehler des Atlas:

Längenfehler des Ausgangsmeridians im Atlantik:

Die älteste Karte, \L'Europe\ von 1700 zeigt *Paris* noch auf einer Länge von 23°30' ab dem Ausgangsmeridian von *Ferro*, was einem Längenfehler von +3°01' entspricht. Die Länge von *Paris*, bezogen auf *Ferro*, beträgt in den jüngeren Karten von 1720 und 1722, 20° und liegt damit infolge der neuen Definition des Ausgangsmeridians um 29' zu tief.

Längenfehler am Festland:

Die Längenfehler der Europakarte von 1700, der Weltkarte (1720) und der Afrikakarte (1722) sowie der atlantische Bereich der Karte Barbarie sind gemeinsam in Abbildung 4-41 dargestellt. Der Unterschied in den Annahmen bezüglich der Längendifferenz *Paris* zu *Ferro* aber auch zu den Orten im östlichen Mittelmeer ist deutlich erkennbar. Die Europakarte verschlechtert noch die Werte *Gerhard Mercators,* während die neueren Karten die Längen Europas bis zum Ende des Mittelmeeres mit nur noch geringen Fehlern darstellen.

\L'Europe\; 1700

Titel: \L'Europe | Dreßée sur les obervations de | M[rs]. De L'Académie Royale | Des | Sciences | et quelques autres; | & sur les memoires les plus recens. | Par G. De L'Isle Geographe. | A Amsterdam | Chez I. Covens & C. Mortier | Avec Privil.\

Christian Sandler schreibt der Karte einen Maßstab von 23 Linien auf 5°, bzw. 1 Linie gleich 12.500 Toisen zu, dem doppelten Maßstab wie jener der gleichzeitig erschienenen Karten \Asie\ und \Afrique\ [SANDLER 1905]. Die eigenen Messungen ergaben 22,4 Linien für 5° doch kann diese geringe Abweichung auch durch unterschiedliche Schrumpfung des Papiers verursacht worden sein.

Untersuchungsergebnisse der Karte:

Ausgangsmeridian: Ferro, definiert mit 23°30' westlich von *Paris*.

Länge der Mittelmeerachse: 56°30'

Abbildungsmethode: unechter, flächentreuer, zylindrischer Netzentwurf nach Sanson-Flamsteed

Maßstab: 1 : 11,1 Millionen

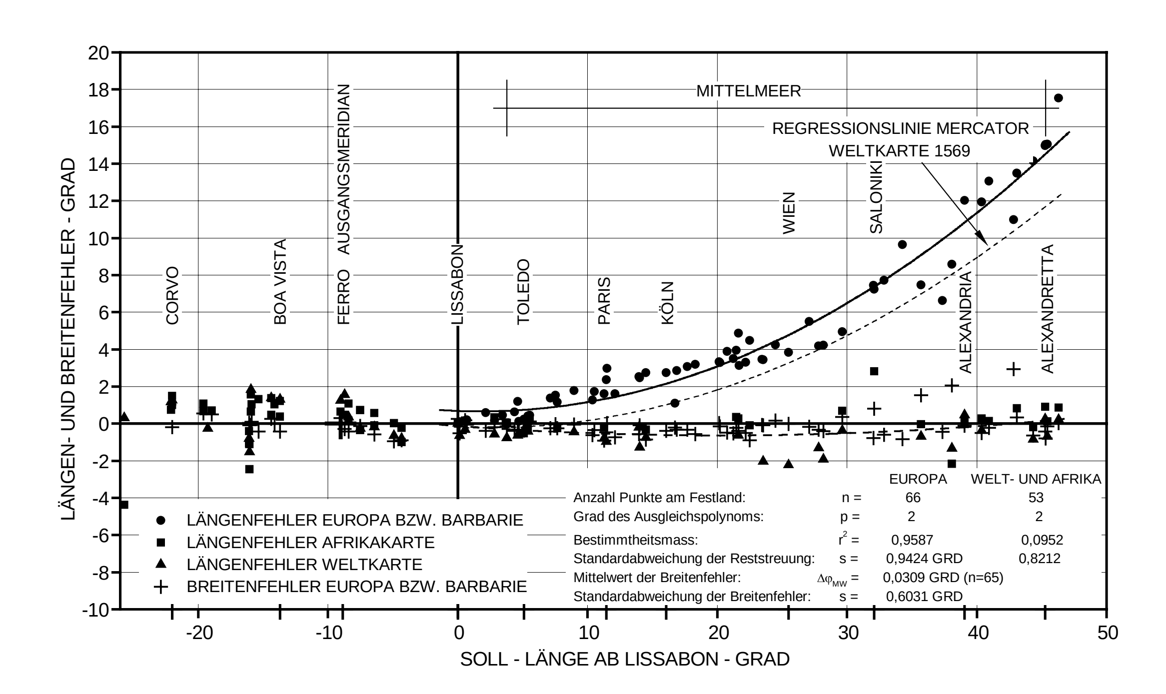


Abb. 4-41: Verlauf der Längen- und Breitenfehler ab dem Bezugsmeridian *Lissabon* des bei Covens & Mortier erschienenen 'Atlas Nouveau' von *Guillaume Delisle* aus dem Jahre 1730.

Karte Nordwest-Afrikas; 1707

Titel: \Carte des la Barbarie de la Nigritie et de la Guinée Par Guill.me De l'Isle de la Académie Royale des Sciences.\

Die Karte wurde 1707 von *Delisle* herausgegeben und zeigt bereits den von ihm vorgeschlagenen Ausgangsmeridian mit der Definition von 20° westlich von *Paris*. Das Gradnetz wurde von Covens & Mortier sehr ungenau gestochen. Deshalb wurden nur die Inselmeridiane ausgemessen. Nach *Sandler* beträgt der Maßstab 27 Linien auf 5°, was der Länge von 10.000 Toisen pro Linie entspricht [SANDLER 1905].

Untersuchungsergebnisse der Karte:

Ausgangsmeridian: Ferro, definiert mit 20° westlich von *Paris*.

Länge der Mittelmeerachse: nicht bestimmt

Abbildungsmethode: unechter, flächentreuer, zylindrischer Netzentwurf nach Sanson-Flamsteed

Maßstab: 1 : 9,3 Millionen

\L'Afrique\; 1722

Titel: \L'Afrique | Dreßée sur les obervations | de M^{rs}. De l'Académie | Royale des | Sciences | Et quelques autres; & sur les Memoires | les plus recens. | Par G. de l'Isle Geographe. | A Amsterdam | Chez I. Covens & C. Mortier | Avec Privil.\

Delisle gab zwei Afrikakarten in den Jahren 1700 und 1722 heraus. Da die vorliegende Karte den Ausgangsmeridian von *Ferro* nach der Definition von 20° westlich von *Paris* zeigt, stammt sie wahrscheinlich aus dem Jahre 1720. Die andere Afrikakarte *Delisles* erschien 1700 zugleich mit der Europakarte. Diese zeigt *Paris* noch auf einer Länge von 23°30'.

Untersuchungsergebnisse der Karte:

Ausgangsmeridian: Ferro, definiert mit 20° westlich von *Paris*.

Länge der Mittelmeerachse: 42°20'

Abbildungsmethode: unechter konischer Netzentwurf nach Bonne

Maßstab: 1 : 21 Millionen

\Mappe-Monde\; 1720

Titel: \Mappe-Monde | Dreßée sur les Obervations | de | M^{rs}. de l'Académie | Royale des Sciences | et quelques autres; et sur les memoires les plus recens. | Par M. De l'Isle\

Delisle hat zwei Versionen der Mappe-Monde herausgegeben. Da die erste Version aus dem Jahre 1700 stammt, die zweite aber von 1720, ist anzunehmen, daß die im Atlas von 1730 eingebundene Karte der jüngeren Version entspricht. Die Karte ist nicht datiert, zeigt aber wie die anderen jüngeren Karten von *Delisle Ferro* auf 20° westlich von *Paris* und besitzt, wie Abbildung 4-41 zeigt, einen wesentlich besseren Fehlerverlauf als die Europakarte von 1700.

Untersuchungsergebnisse der Karte:

Ausgangsmeridian: Ferro, definiert mit 20° westlich von *Paris*.

Länge der Mittelmeerachse: 42°30'

Abbildungsmethode: Planigloben im stereographischen Netzentwurf

Durchmesser der Planigloben: 319-322 mm, entspricht 1 Pied du Roi

4.7.5 *Jean-Baptiste Bourguignon d'Anville*; 'Atlas Complet' (?) ca. 1780

Titel: Der Atlas der österreichischen Nationalbibliothek in Wien besitzt kein Titelblatt

Jean-Baptiste Bourguignon d'Anville (1697-1782) befaßte sich bereits im 'Collège des Quatre-Nations' intensiv mit Geschichte und Geographie. Er setzte sich kritisch mit den verschiedenen Quellen auseinander und erhielt auf Grund seines Rufs, bereits mit 22 Jahren die Berufung zum 'géographe du roi'. Nach einer Auswertung von Unterlagen über China, sie wurden ihm von den Jesuiten zur Verfügung gestellt, wurden die daraus entstandenen Karten zuerst in einer Beschreibung Chinas 1735 veröffentlicht, aber schon 1737 als eigener China-Atlas herausgegeben. 1743 erschien seine Karte <L'Italie>, in der er die Karten *Sansons* und *Delisles* verbesserte. Seine kartographische Tätigkeit erstreckte sich auch auf die Anfertigung von Regionalkarten, die er ab 1746 auch in großformatigen, mehrblättrigen Übersichtskarten der Kontinente zusammenfaßte. Als Abschluß dieser Synthesen erschienen 1761 seine Weltkarte in zwei Planigloben. Infolge seiner streng kritischen Arbeitsweise bedeuteten seine Karten einen Fortschritt gegenüber den Arbeiten *G. Delisles*. Er beschäftigte sich während seines ganzen Lebens auch intensiv mit den Längenmaßen der Antike und seiner eigenen Zeit. *D'Anville* war ab 1745 Mitglied der 'Académie des Inscriptions et Belles-Letres' und wurde mit 75 Jahren zum Mitglied der 'Académie Royale des Sciences' gewählt. Gleichzeitig erfolgte auch seine Ernennung zum 'Premier géographe du roi' [ARCHIER 1986].

Von allen untersuchten Atlanten zeigt dieser Atlas erstmals eine konsequente Beschriftung der Karten mit der Jahreszahl der Veröffentlichung. Obwohl die meisten Karten infolge ihres Maßstabs zum Zusammensetzen gedacht sind und daher nur an zwei Seiten eine Gradierung aufweisen, so haben doch alle ein durchgezogenes Gradnetz, das mit hoher Präzision gestochen wurde. Sie waren daher, auch in einen Atlas eingebunden, gut auszumessen.

Ausgangsmeridiane im Atlas:

Der Ausgangsmeridian verläuft über die Mitte der Insel *Ferro* und ist in der Afrikakarte mit 'Prémier Méridien' beschriftet. *Paris* liegt auf 20° Ost.

Verlauf der Längenfehler im Atlas:

Längenfehler im Atlantik:

Der Abstand *Ferro*s zu *Lissabon* wird um 19' unter-, jener zu *Paris* um 20' überschätzt.

Längenfehler am Festland:

Die Längenfehler im Atlas *Jean-Baptiste Bourguignon d'Anvilles* sind in Abbildung 4-42 dargestellt. Bis auf den seit dem 16. Jahrhundert bekannten Längenfehler von *Perekop* sind die Festlandswerte weitgehend frei von Fehlern. Die Längenfehler im atlantischen Bereich sind aber noch immer wesentlich höher als am Festland.

Europakarten; 1754, 1758 und 1760

Titel: **-** \Prémièr Partie De La Carte | D'Europe | contenant | ... | Publiée Sous Les Auspices | De Monseigneur Le Duc D'Orleans | Prémier Prince Du Sang | Par Le S^r^. D'Anville | MCCLIV | Avec Privilege\

- \Seconde Partie ... | ... | MDCCLVIII\

- \Troisième Partie ... | ... | MDCCLX\

Die drei Karten Europas sind in der gleichen Abbildungsmethode und im gleichen Maßstab entworfen und bilden einen zusammengehörigen Satz.

Untersuchungsergebnisse der Karten:

Ausgangsmeridian: Ferro, definiert mit 20° westlich von *Paris*.

Länge der Mittelmeerachse: 42°04'

Abbildungsmethode: unechter konischer Netzentwurf nach Bonne

Maßstab: 1 : 2,8 Millionen

Afrikakarte

Titel: \Afrique | Publiée Sous Les Auspices | De Monseigneur Le Duc D'Orleans | Prémier Prince Du Sang | Par Le S^r^. D'Anville | MCCXLIX | Avec Privilege\

Die Karte von 1749 erlebte bis 1777 vier Neuauflagen, in denen mit Ausnahme jener des Jahres 1761 jeweils die Lage Südafrikas nach den neuesten Längenbestimmungen von Kapstadt korrigiert war.

Untersuchungsergebnisse der Karte:

Ausgangsmeridian: Ferro, definiert mit 20° westlich von *Paris*.

Länge der Mittelmeerachse: 42°10'

Abbildungsmethode: unechter konischer Netzentwurf nach Bonne

Maßstab: 1 : 8,4 Millionen

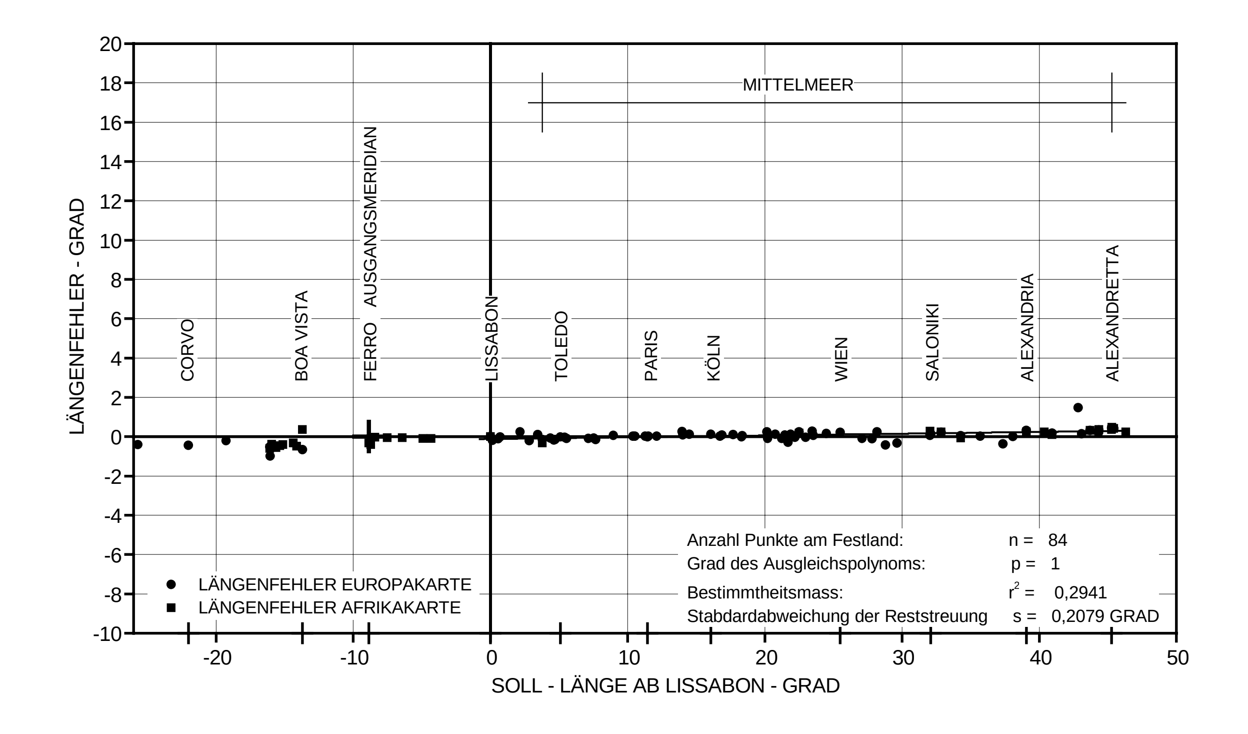


Abb. 4-42: Verlauf der Längenfehler ab dem Bezugsmeridian *Lissabon* der Europa- und Afrikakarte *d'Anvilles* aus den Jahren 1749/1761. Für den atlantischen Bereich wurden zusätzlich Längen der Karte des nördlichen Süd-Amerikas und der Weltkarte herangezogen.

Weltkarte

Titel: \Hémisphère Occidental ou du Nouveau Monde | Publiée Sous Les Auspices | De Monseigneur Le Duc D'Orleans | Prémier Prince Du Sang | ... | MCCLXI | Revu et augmenté ... 178 | par M. Barbié du Bocage.\

Die beiden Planigloben sind mit Durchmessern von ca. 600 mm so groß, daß die Blätter nur gefaltet in den Atlas passen. Dieser Karte wurden nur sechs Längenwerte atlantischer Inseln entnommen.

Untersuchungsergebnisse der Karte:

Ausgangsmeridian: Ferro, definiert mit 20° westlich von *Paris*.

Länge der Mittelmeerachse: nicht bestimmt

Abbildungsmethode: Planigloben im stereographischen Netzentwurf

Durchmesser der Planigloben: 598 mm

4.8 Deutsche und österreichische Kartographie des 18. Jahrhunderts

4.8.1 *Johann Gabriel Doppelmay(e)r*; Weltkarte und Positionstabelle 1716/1722

Titel: ‹Basis Geographiae Recentioris Astronomica› (Astronomische Grundlagen der jüngeren Geographie)

Johann Gabriel Doppelmayer (1677-1750) war Mathematiker, Astronom und Geograph. Er arbeitete ab 1704 als Professor für Mathematik am Gymnasium in *Nürnberg* und entwarf vor allem Himmelskarten, die im Homännischen Verlag erschienen.

Eine seiner wichtigsten Karten ist die Weltkarte \Basis Geographiae Recentioris Astronomica\ mit aufgedruckter Tabelle der zur damaligen Zeit astronomisch am besten bestimmten Ortspositionen. Die Karte erschien zwischen 1716 und 1722 und wurde später dem 'Atlas Novus' von *Johann Baptist Homann* (1664-1724) beigebunden. Für die Bestimmung der Längenfehler wurde die über und unter der Karte aufgedruckte Tabelle ausgewertet. Den Südost-Ausschnitt der Weltkarte mit der Textkartusche, in der die Wahl des Ausgangsmeridians mit 22°30' westlich von *Paris* erklärt wird und einen Teil der Tabelle der astronomisch bestimmten Ortspositionen zeigt die Reproduktion 4-32 im Anhang.

Ausgangsmeridian:

Als Ausgangsmeridian wird im Schriftfeld im rechten Planigloben *Ferro* mit der Definition 22½ Grad westlich des Observatoriums von *Paris*, als $^{1}/_{16}$ des Erdumfanges angeführt. ' ... secundum Longitudines à Meridiano primo Ptolomaico, quem circa Insulam Fer ab Observatorio Parisiensi non incongrue in parte aliquota (nec sine ratione) decima sexta circuli parte vel 22½ gradibus elongatum supponit celeberrimus Astronomus D. Jo. Dominicus Casinus, ut et secundum Latitudines ex observationibus Astronomicis recentioribus, quas Diaria Eruditorum et alia Scripta exhibent, deductos' (... entsprechend den Längen vom ersten ptolemäischen Meridian an, den der sehr berühmte Astronom *D. Jo. Dominicus Casinus* in der Nähe der Insel *Ferro* vom Pariser Observatorium, nicht unpassend und nicht ohne Überlegung, in Bruchzahl nämlich den 16. Teil eines Kreises oder 22½ Grad so verschoben hat, sodaß weiters die geographischen Breiten aus den jüngeren astronomischen Beobachtungen, welche die täglichen Aufzeichnungen und andere Schriften der Gelehrten enthalten, entnommen werden können). Nach *Christian Sandler* wurde diese Längendifferenz zwischen *Paris* und *Ferro* von der Pariser Akademie bevorzugt und erst durch *de La Hire* auf 20½° verringert [SANDLER 1905] (s. auch Abschnitt 4.7.3).

Verlauf der Längenfehler in der Weltkarte:

Längenfehler im Atlantik:

Die Längen von *Ferro* und von *Lissabon* weisen gegenüber *Paris* Fehler von 2°01' bzw. 1°30' auf. Der Längenfehler zwischen *Ferro* und *Lissabon* beträgt 31'.

Längenfehler am Festland:

In der Tabelle werden neben den 138 Orten, die ober- und unterhalb der Planigloben angeführt sind, auch die Astronomen, von denen diese Koordinaten bestimmt wurden und die dazu beobachteten Eklipsen angegeben. Von den 138 Orten liegen 89 in Europa, 49 sind über den Rest der Welt verteilt. Die nachstehende Tabelle zeigt den Einfluß der Wahl des Referenzmeridians auf die numerischen Werte der Längenfehler des Festlands, je nach Wahl des Bezugsmeridians *Lissabon* oder *Paris*. Selbst bei einer verhältnismäßig modernen Karte wie jener von *Johann Gabriel Doppelmayer* beträgt der Unterschied - bedingt durch den atypisch großen Längenfehler *Lissabon*s - 1°30'.

Bezugsmeridian	Lissabon	Paris	Breitenfehler
Anzahl der Werte	31	31	31
Mittelwert der Längenfehler	1°36'	0°06'	
Standardabweichung s	0°31'	0°31'	
Mittelwert der Breitenfehler			0°00'08"
Standardabweichung s			0°04'

Tab. 4-2: Einfluß der individuellen Längenfehler des Bezugsmeridians auf den Mittelwert der Längenfehler am Beispiel der Tabelle ‹Basis Geographiae Recentioris Astronomica› von *Johann Gabriel Doppelmayer*.

Diese Werte zeigen die Genauigkeit der um 1720 bekannten Ortsbestimmungen. Die Breitenwerte sind bereits weitgehend fehlerlos, doch weisen auch in Europa verschiedene Orte noch beachtliche Längenfehler auf. So liegt z. B. *Greifswald*, von *Pylius* bestimmt und als Ausreißer anzusehen, 2°06' zu weit westlich, *Wien*, noch von Regiomontan bestimmt, bezogen auf *Paris* um 53' zu weit östlich. Dieser Wert von *Wien* ist auch noch 1702 in der 'Connoissance des Temps' angeführt. 1706 wird dort der Fehler auf 30' verringert, und er erscheint 1740 sogar noch eine halbe Minute verschlechtert. Unter den untersuchten Tabellen der 'Connoissance des Temps' zeigt erst die Tabelle von 1750 den richtigen Wert. Die Breitenfehler sind mit 8" und einer Standardabweichung von 4' zu vernachlässigen. Es läßt sich aber auch zeigen, daß die neueren Längenbestimmungen besser sind als die von den früheren Astronomen ermittelten Werte. Den Verlauf der Längen- und Breitenfehler bei *Doppelmayer* zeigt Abbildung 4-43.

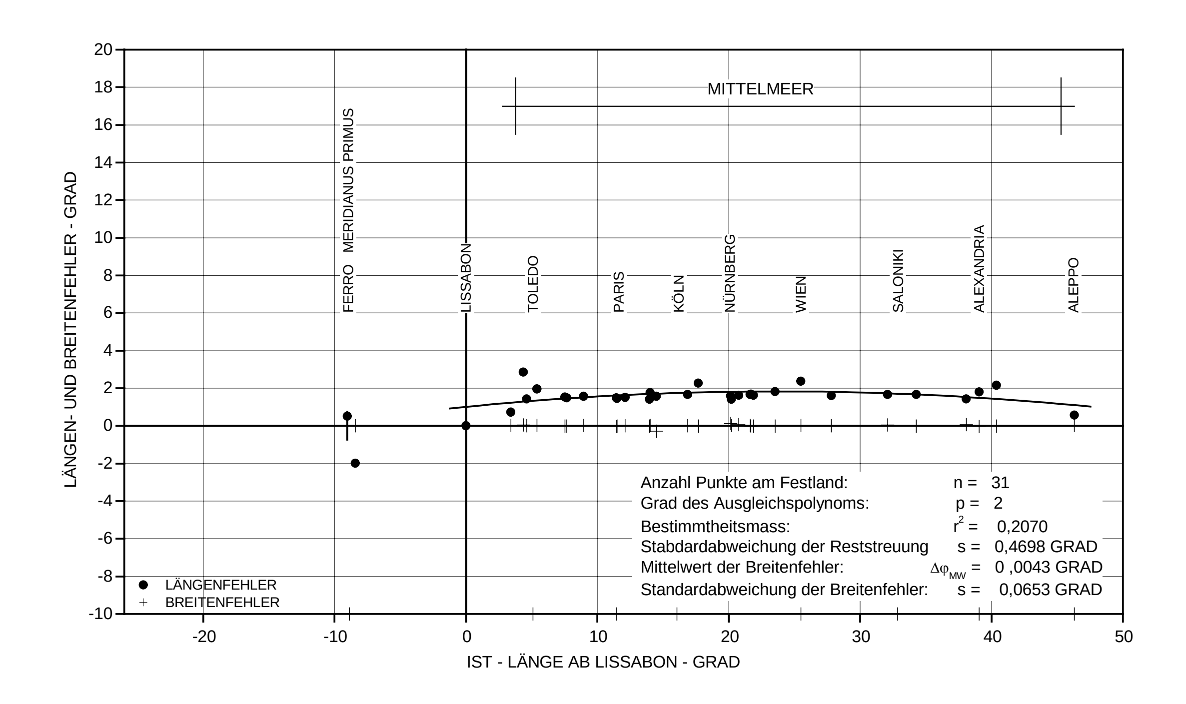


Abb. 4-43: Verlauf der Längen- und Breitenfehler ab dem Bezugsmeridian *Lissabon* in *Johann Gabriel Doppelmayers* Tabelle ‹Basis Geographiae Recentioris Astronomica› ca. 1720.

In der 'Connoissance des Temps' aus dem Jahre 1706 erscheint *Aleppo* mit 35°00' östlich von *Paris*, der SOLL-Wert ist 34°50', weist also nur einen Fehler von 10' auf. Warum *Doppelmayer* den Wert auf 56°24'45" d.h. auf 33°54'45" östlich von *Paris* festlegte und damit den Fehler auf –55'15" vergrößerte, ist unklar. Noch

erstaunlicher aber ist, daß im 'Atlas Novus' von ca. 1740, in den auch die moderne Karte *J. G. Doppelmayers* eingebunden ist, die Längsachse des Mittelmeers in der Europakarte mit einem Fehler von etwa 14°27' darge stellt wird. Eine Erklärung dafür können nur die hohen Kosten für einen Neustich der Kupferplatten sein. Warum *Doppelmayer* die Position von *Alexandretta* nicht in die Tabelle aufgenommen hat ist unklar, da er die anderen Messungen von *Chazelles* 1693/94 wie *Kairo, Alexandria* und *Istanbul* unter seinem Namen anführte.

Untersuchungsergebnisse der Tabelle:

Ausgangsmeridian: Ferro mit der Definition 22°30' westlich von *Paris*

Länge der Mittelmeerachse: aus der Tabelle nicht feststellbar, eine Umrechnung über Cadiz (aus der Karte) und Aleppo, ergibt 40°46'.

4.8.2 *Johann Philipp von Wurzelbau*; Tabelle 'Uranies Noricae Basis Astronomica', 1719

Titel: 'Uranies Noricae | Basis Astronomica | sive | Rationes | Motus | ... | Annui | ex | Observationibus in Solem | ... | editae à | Johanne Philippo à Wurzelbau. | Norinbergae, | ... | Anno MDCCXIX.'

- Tabelle a: ‹Catalogus Locorum, quorum Longitudines geographicas ex observationibus astronomicis deduximus, una cum Latidudinibus eorundem›

- Tabelle b: ‹Catalogus Locorum | Quorum Longitudines Geographicas ex observa- | tionibus astronomicis correctioribus deduximus & à Meri- | diano promo Ptolomaico ex mente Ill. Cassini ab Observatorio Parisiensi | decima sextâ circuli parte distante numeravimus, cum Latitu- | dinibus eorundem›

Johann Philipp von Wurzelbau (1651-1725) arbeitete nach dem Besuch des Nürnberger Gymnasiums im Familiengeschäft, das er nach dem Tode seines Stiefvaters bis 1691 weiterführte und dann verkaufte. Er erbaute im folgenden Jahr eine private Sternwarte auf seinem Haus, die er mit den besten Instrumenten seiner Zeit ausrüstete. Er stand mit allen bedeutenden Astronomen seiner Zeit in Verbindung und veröffentlichte seine Beobachtungen meist in den Denkschriften der Berliner, Pariser oder Londoner Akademie. 1706 wurde er für seine Verdienste in den Adelsstand erhoben. Eine Sammlung nachgelassener Schriften wurde erst posthum im Jahre 1728 veröffentlicht [GÜNTHER 1898].

Es gibt unter dem gleichen Titel zwei verschiedene Ausgaben, die sich jedoch in den Tabellen des ‹Catalogus locorum› stark unterscheiden. Die Längen sind meist auf 15", aber auch auf 10" genau angegeben. Insgesamt sind 41 Orte in der Tabelle angeführt, davon 32 in Europa zwischen *Lissabon* und *Danzig*. Aus dem östlichen Mittelmeergebiet sind keine Ortspositionen enthalten. Einige Orte weisen zwei etwas unterschiedliche Längenangaben auf.

4.8.2.1 Tabelle a: 'Catalogus locorum'

Ausgangsmeridian:

Der Ausgangsmeridian wurde von Wurzelbau mit 20°25' westlich von *Paris* festgelegt. Die Begründung findet man auf den Seiten 52 und 53 der 'Uranies Noricae': *J.-D. Cassini* ging von den ptolemäischen Längen von 23°30' und 24°30' für *Paris* bzw. *Marseille* aus. Aus Beobachtungen des ersten Jupitersatelliten ergab sich die Längendifferenz zwischen den beiden Orten jedoch mit 3°. Um diese Differenz auszugleichen, hat *Cassini Paris* auf 22°30' und *Marseille* auf 25°30' verlegt. *Philippe de La Hire* (1640-1718) hat dann den Längenunterschied zwischen *Ferro* und *Paris* mit folgender Begründung um weitere 2° verringert. In den 1694 von *Nicolas de Fer* (1646-1720) herausgegebenen Tafeln wird die Distanz zwischen *Paris* und der *Insel Gore* am *Kap Verde* mit max. 19°30', eine Seite weiter aber genauer mit 19°25' angegeben. Die Mehrzahl der französischen und holländischen Seetafeln gibt den Längenunterschied zwischen *Gore* und *Ferro* mit 1° an, was zum

Wert von 20°30' *de La Hires* führt. *Wurzelbau* nimmt für *Gore* den geänderten Wert von 19°25' westlich von *Paris* und erhält für den Ferromeridian 20°25' westlich von *Paris*. *Riccioli* (s. Abschnitt 4.6.3) nimmt die Längendifferenz zwischen *Gore* und *Ferro* mit 1°05' an und kommt damit wieder auf den Wert von *de La Hire* mit 20°30'. Dabei war sich, nach *Wurzelbau, Cassini* über die Willkürlichkeit dieser Festlegung im Klaren '... ubicumque eae insulae sint' (... wo immer diese Inseln auch seien).

Verlauf der Längenfehler Tabelle a:

Längenfehler im Atlantik:

Der Abstand *Ferro*s zu *Lissabon* wird um 3' über-, jener zu *Paris* um 4' unterschätzt.

Längenfehler am Festland:

Der Mittelwert der Längenfehler liegt, mit Ausnahme des Längenfehlers von *Danzig*, der 1°30' beträgt, bei -13'. Die Standardabweichung beträgt 19'.

Untersuchungsergebnisse der Tabelle a:

Ausgangsmeridian Tabelle: Occidentalissima pars insularum Fortunatarum ad Ins. Ferri (der westlichste Teil der *Kanarischen Inseln*, bei der *Insel Ferro*), definiert mit 20°25' westlich von *Paris*.

Länge der Mittelmeerachse: nicht feststellbar

4.8.2.2 Tabelle b: 'Catalogus locorum'

In dieser Tabelle wird auch die Insel *Gore* mit einer Position von 5' westlich vom *Kap Verde* angeführt. Bei *Greenwich* steht der erklärende Zusatz ' propè Londinium' (in der Nähe von *London*)

Ausgangsmeridian:

Wie in der Überschrift des 'Catalogus locorum' vermerkt, verwendet *Wurzelbau* hier den Meridian *Cassinis* mit der Definition 22°30' westlich von *Paris*.

Verlauf der Längenfehler Tabelle b:

Längenfehler im Atlantik:

Der Abstand *Ferro*s zu *Lissabon* wird um 2°08' jener zu *Paris* um 2°01' überschätzt.

Längenfehler am Festland:

Der Unterschied zum Ausgangsmeridian der Tabelle a beträgt 2°05'. Die Zahlenwerte der Tabelle weisen jedoch unterschiedliche Differenzen auf, der Mittelwert für 17 Ortspositionen liegt bei 2°15'±0°18'. Die Differenzen bewegen sich in den Grenzen von 1°44' bis 2°40'. Die Tabelle gibt zusätzlich für die verschiedenen Orte auch den Zeitunterschied zum Meridian von *Nürnberg* an.

Untersuchungsergebnisse der Tabelle b:

Ausgangsmeridian Tabelle b: - Ferro, Ausgangsmeridian *Cassinis,* definiert als 22°30' westlich von *Paris*
- zusätzlich Angabe der Zeitdifferenz zu *Nürnberg*

Länge der Mittelmeerachse: nicht feststellbar

4.8.3 *Johann Caspar Eisenschmid*; \Tabula Novissima Totius | Germaniae\, ca. 1720

Titel: \Tabula Novissima Totius | Germaniae | praecipuè ex designatione | Viri celeberrimi | Dni. Johannis Caspari Eisenschmidii, | Medicinae Doctoris et Mathem. Apud Argent. praestantissimi | cum insigni

augmento in lucem edita | á | Johanne Baptista Homanno | Sacrae Cesareae MajestatisGeographo | Norimbergae.\ (Die neueste Landkarte ganz Germaniens, ausschließlich nach Vorgabe des sehr berühmten Herrn *Johann Caspar Eisenschmid*, Doktors der Medizin und Mathematikers. Vom hervorragendsten unter den *Straßburgern* stark vermehrt an die Öffentlichkeit gebracht, herausgegeben von *Johann Baptist Homann*, dem Geographen der heiligen kaiserlichen Majestät, zu *Nürnberg*.)

Johann Caspar Eisenschmid (1656-1712), Professor in *Straßburg*, trug das Netz der astronomisch bestimmten Orte in eine Karte Deutschlands ein. Nach seinem Tod übergaben seine Erben das Original an *J. B. Homann*, der die zwischen diesen Punkten liegenden Gebiete ausfüllte. Die Karte wurde als Wandkarte im Querformat auf vier Blätter der Abmessung 56 x 62 cm gestochen und ab ca. 1720 verschiedenen Homann-Atlanten beigebunden. Nach einer Untersuchung von 26 Ortspositionen durch *Christian Sandler* war diese Karte den Karten *Delisles* zumindest ebenbürtig [SANDLER 1882-1890, S. 82-84]. Diese Qualität wurde bereits kurz nach dem Erscheinen der Karte durch *E. D. Hauber* gewürdigt, der sie als die 'ohne Zweiffel' allerbeste Karte bezeichnete /HAUBER 1724, S. 73 not. X/. Eine Abnahme von Ortspositionen war bei den in einen Atlas eingebundenen Karten, die nur jeweils an zwei Seiten gradiert waren, nicht möglich.

Ausgangsmeridian:

Die Erklärung zum gewählten Ausgangsmeridian steht am Südwest-Blatt der Karte: 'Benevole Spectator. | Cum ex arbitrio humano in Geographia dependeat nu- | meratio longitudinis locorum è quocumque Meridiano hinc | in Gallis duo dere Astronomica Viri meritissimi D. Cassinius et | D. de la Hire Meridianum Parisiensem à primo quodam am- | bobus nonnihil diverso, pro suo tamen scopo definire secum | constituerunt, ita ut primus distantiam inter Parisios | et Meridianum, dicendum primum, exacte sedecimam | ciculi partem dinetientem, nempe 22½ gradus (quofin | damento quoque Tabulam pro basi recentioris Geographiae | traditam, Dopelmajerianam niti ipsa Avtopsia docet) eli- | geret hic autem Meridianum Primum ab Insula Ferro Pa- | risiis per 20½ gradus dissitum supponeret hinc Auctor noster mè | diae quasi vice horum celeberr. Virorum instituturus et numerum in- | tegra ex instituto assumturus pro distantia huius generis sibi 21. gr. | assignavit ad hasce priores facile reducenda, si enim cuique locorum | longitudini ex hoc praesente Tabula depromtae addideris gradum | cum dinadio, habebis longitudinem ex Cassini mente et dicta basi | Geographica, sin verè à praesentibus longitudinibus locorum | subtraxeris ½ gr., residuum quam proxime respondebit | Suppositioni de la Hirianae. Vale'.

(Wohlwollende Betrachter. In der Geographie hängt die Zählung der geographischen Längen der Orte von der menschlichen Entscheidung ab. Über diesen Meridian gibt es infolgedessen in Frankreich zwei verschiedene Ansichten. Es haben zwei in der Astronomie sehr verdienter Männer, Herr *Cassini* und Herr *de La Hire*, den Pariser Meridian vom gemeinsamen ersten aus so abweichend berechnet und für ihren Zweck festgelegt, daß bei ersterem die Entfernung zwischen *Paris* und dem Meridian, welcher der erste genannt werden muß, den genauen Abstand eines 16. Teils eines Kreises hat, sicherlich 22½ Grad (auf dieser Grundlage beruht auch die Karte 'Grundlagen der neueren Geographie', wie *Doppelmayer* in seinen Betrachtungen lehrt). Jener aber hat den ersten Meridian der Insel *Ferro*, vom Pariser Meridian 20½ Grad entfernt, gesetzt. Unser Autor hat aber in die Mitte, gleichsam als Entgegnung auf diese sehr berühmten Männer, einen ganzzahligen hinzugefügt und eine eigene Entfernung von 21 Grad angenommen. Dieser ist einfach auf die vorhererwähnten umzurechnen. Wenn man nämlich den Längen der Orte, die aus vorliegender Karte entnommen wurden, 1½ Grad hinzuzählt, erhält man die Längen aus *Cassinis* erwähnter 'Basis Geographica'. Wenn man aber von den vorstehenden Längen der Orte ½ Grad abzieht, wird der Rest weitgehend den 'Suppositioni de la Hirianae' entsprechen. Lebe wohl)

Eisenschmid legt seinen Ausgangsmeridian mit 21° westlich von *Paris* also zwischen die von *Cassini* und *de La Hire* gewählten Längen und erreicht mit seinem ganzzahligen Wert eine leichte Umrechenbarkeit. Er kann in dieser Hinsicht als Vorläufer *Delisles* betrachtet werden, der fast gleichzeitig den Wert von 20° westlich von *Paris* durchsetzte.

Untersuchungsergebnisse des Karte:

Ausgangsmeridian: Ferro mit der Definition 21°00' westlich von *Paris*

4.8.4 *Christoph Weigel*; 'Atlas scholasticus', 1720

Titel: Im Exemplar der UB Graz fehlt das Titelblatt, der Text wurde nur handschriftlich nachgetragen. 'Johann David Köler | Atlas | scholasticus et itinerarius complectens | novae geographicae tabulas ... a | Christophoro Weigelio excusas | ... | Norimbergae | typ. Chr. Weigelius | ca. MDCCXX

Durch die umfangreiche Kartenproduktion *Christoph Weigels* (1654-1725) litt offensichtlich die Sorgfalt bei der Eintragung der Ortspositionen. Im Gegensatz zu den anderen Kartographen stimmen bei ihm nicht einmal die Erdteilkarten in ihren Positionen überein. Leider fehlt im untersuchten Exemplar außer dem Titelblatt auch die Südwest-Ecke (etwa 25 % des Blattes) der Europakarte, so daß es schwierig ist, die Positionen von *Lissabon* zu vergleichen. Die Europa- und Afrikakarte wurden mit dem Wert der Amerikakarte 7°30' für *Lissabon* umgerechnet. Die Karten sind sehr ungenau und zeigen vor allem im Osten zwischen der Europa- und Afrikakarte starke Differenzen. Diese steigern sich nach Osten zu und betragen bei *Alexandretta* z. B. 3°50'. Eine weiter nicht ausgewertete, etwa 1720 bei *Homann* erschienene Weltkarte *Christoph Weigels* in Planigloben zeigt Reproduktion 4-33 im Anhang.

Die Erdteilkarten von Europa, Afrika und Amerika

Titel:
- \Novissima | totius | Europae | in suos principaliores Statu | accuratè divisae | Repraesentatio.\
- \Africae | Tabvla\
- \Novi Orbis | Sive | Totius Americae | Cum Adiacentibus Insulis | Nova Exhibitio\

Ausgangsmeridian:

Im Text, nicht paginiert: 'Unter diesen aber heißet eine (Linie), so die zur rechten Hand liegenden Rundung über die Canarische Insul Teneriffa bey Africa geführet worden, MERIDIANUS PRIMUS, weil man von derselben an gegen Morgen, die Gradus longitudinis loci zu zählen anfänget. Er theilet auch gleichfals wie der Aequator, die Erd–Kugel in zwey gleiche Theile, in den Westlichen und Östlichen'. Auf der Afrikakarte geht der 'Primus Meridianus' über *Teneriffa* und verläuft zwischen *Madeira* und *Porto Santo*. Auf der Amerikakarte geht der 'Primus Meridianus' ebenfalls über *Teneriffa*, der *Pico de Teide* ist zusätzlich eingetragen.

Verlauf der Längenfehler:

Längenfehler im Atlantik:

Der Abstand des Ausgangsmeridians von *Teneriffa* zu *Lissabon* ist in beiden Karten auf -1' genau getroffen, der von *Ferro* zu *Lissabon* wird um 2°14' (Amerikakarte) bzw. 44' (Afrikakarte) überschätzt.

Längenfehler am Festland:

Den Verlauf der Längenfehler in den Erdteilkarten des 'Atlas scholasticus' zeigt Abbildung 4-44. Obwohl im östlichen Mittelmeer die Längen der Afrika- und der Europakarte nicht gut übereinstimmen ist offensichtlich, daß diese Karten noch ganz von den Längenvorstellungen *Gerhard Mercators* abhängen.

Untersuchungsergebnisse der Karten:

Ausgangsmeridian: Meridian des *Pico von Teneriffa*., 16°39' westlich von *Greenwich*.

Länge der Mittelmeerachse: in der Afrika-Karte zwischen *Gibraltar* und *Alexandretta*: 49°10', in der Europakarte ist sie etwa 4° länger (Schätzung).

Abbildungsmethoden: \Europae\: konischer Netzentwurf
\Africae | Tabvla\: stereographischer Netzentwurf
\Totius Americae\: stereographischer Netzentwurf

Maßstäbe: \Europae\: am Zentralmeridian 1 : 18,2 Millionen
\Africae | Tabvla\: im Kartenzentrum 1 : 35 Millionen
\Totius Americae\: im Kartenzentrum 1 : 69 Millionen

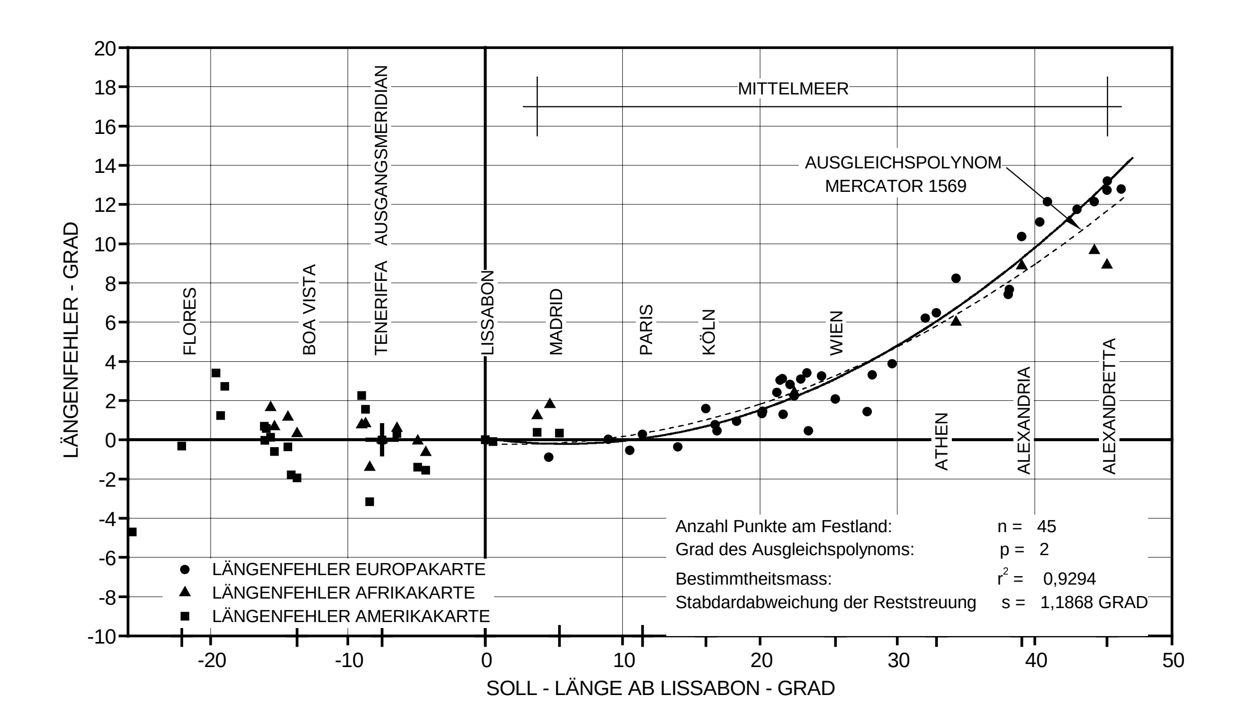


Abb. 4-44: Verlauf der Längenfehler ab dem Bezugsmeridian *Lissabon* der Erdteilkarten von Europa und Afrika des 'Atlas scholasticus' von *Christoph Weigel*, 1720.

4.8.5 *Johann Baptist Homann*; 'Atlas Novus', zwischen 1731 und 1742

Titel: 'Atlas Novus | Terrarum Orbis Imperia, | Regna et Status | exactis Tabulis Geographicè demonstrans | Operà | Iohannis Baptistae Homanni | Sacrae Caes. Maj. Geographi, & Reg^iae Boruss. Societ. Membri. | Norimbergae'. HS Vermerk am Titelblatt: Collegii Graecensis Soc. Jesu, Inscriptus 1742

Johann Baptist Homann (1664-1724) führte wegen religiöser Probleme ein ziemlich bewegtes Leben und gründete 1702 seinen Verlag in *Nürnberg*. Sein erster Atlas mit 40 Karten erschien 1707 und wurde 1712 um 63 Karten erweitert. Das wichtigste Werk des Verlags erschien 1716 unter dem Titel 'Grosser Atlas über die gantze Welt'. *Homann* kopierte die Arbeiten zahlreicher französischer, niederländischer und deutscher Kartographen, womit sich auch seine wechselnden Ausgangsmeridiane der Längenzählung erklären. Er versuchte, durch eine Zusammenarbeit mit den bekanntesten Gelehrten seinen Karten eine wissenschaftliche Basis zu geben. Die beiden wichtigsten und zu ihrer Zeit genauesten Karten waren die Karte *J. G. Doppelmayers* 'Basis Geographiae Recentioris Astronomica', 1716/22 (s. Abschnitt 4.8.1) und die Karte 'Tabula novissima totius Germaniae' von *J. C. Eisenschmid* (1656-1712), die bereits in Abschnitt 4.8.3 behandelt wurde. Der 'Atlas Novus' erschien 1731 mit 200 Karten, ihm folgte 1740 der 'Atlas geographicus maior'. Die wissenschaftliche Qualität der Karten erreichte um 1740 einen Höhepunkt und sank dann langsam wieder ab. Im letzten Viertel des Jahrhunderts verlegte man sich auf die Herausgabe von Regionalatlanten, aber auch der 'Grosse Atlas' erschien weiterhin. Er wurde zwar nicht mehr ausgeweitet, doch wurden die veralteten Karten durch moder

nere Versionen ersetzt [WAWRIK 1982]. *Markus Heinz* untersuchte das gesamte Programm des Homännischen Verlages [HEINZ 1997].

Nach *J. B. Homanns* Tod führte sein Sohn *Johann Christoph Homann* (1703-1730) den Verlag für kurze Zeit weiter und dann die von ihm als Erben eingesetzten *J. G. Ebersberger* (1695-1770) und *J. M. Franz* (1700-1761). Unter ihrer Leitung gewann der Verlag, der sich nun 'Homännische Erben' nannte, wissenschaftliches Profil. Unter wechselnder Leitung blieb der Verlag bis 1804 im Besitz der beiden Familien und ging dann schrittweise, bis 1813, in den Besitz der Familie *Fembo* über. Der Verlag wurde in 'Privilegirte Kunst- und Landkarten-Handlung von *Christoph Fembo* (vormals Homanns Erben)' umbenannt und gab auch Karten heraus, wandelte sich aber immer mehr zu einer Landkartenhandlung. Nach 150jährigem Bestand wurde die Firma schließlich 1852 geschlossen.

Ausgangsmeridiane des Atlas:

Der Atlas besteht hinsichtlich der Ausgangsmeridiane aus 3 unterschiedlichen Teilen:

- der 'Basis Geographiae Recentioris Astronomica', von *Johann Gabriel Doppelmayer*, (s. Abschnitt 4.8.1). Die Karte ist auf den Ausgangsmeridian *Cassinis*, 22°30' ($^1/_{16}$ des Erdumfangs) westlich von *Paris*, hin ausgerichtet.
- den Erdteilkarten. Diese haben als Ausgangspunkt der Längenzählung den *Pico de Teneriffa* und weisen, wie die Überprüfung von Paßpunkten zeigt, ein konsistentes System auf.
- den Länderkarten. Bei diesen lassen sich 3, eventuell auch 4 verschiedene Ausgangsmeridiane feststellen.

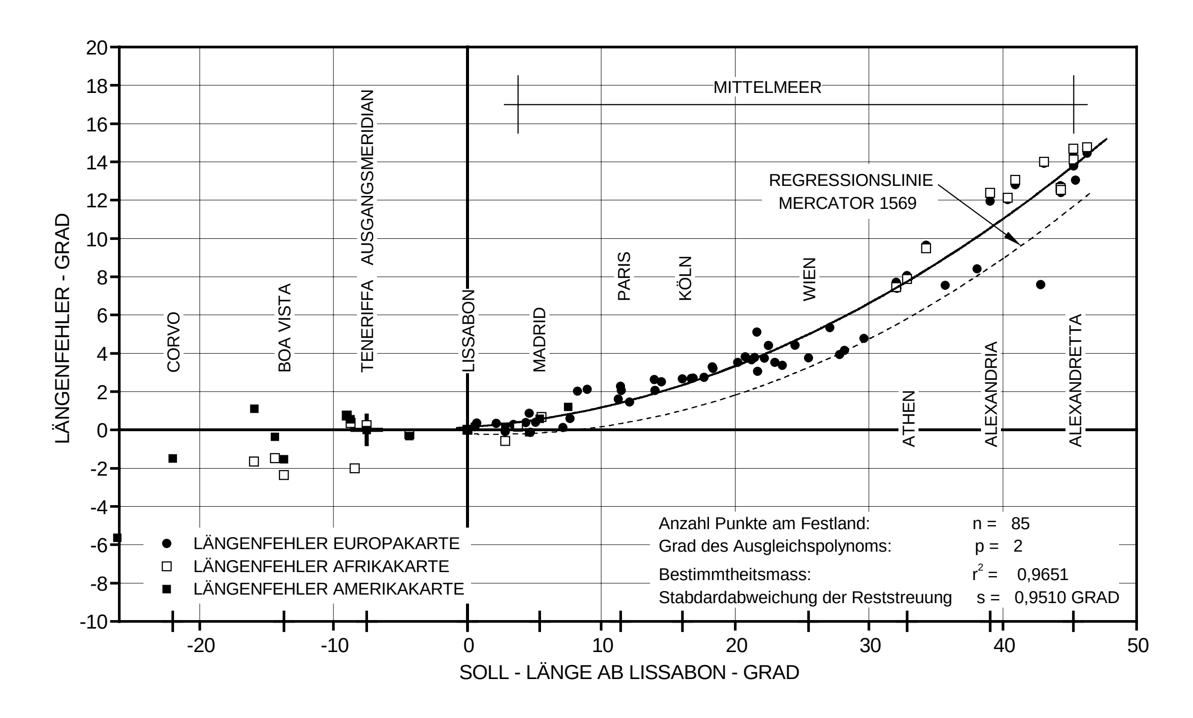


Abb. 4-45: Verlauf der Längenfehler ab dem Bezugsmeridian *Lissabon* der Erdteilkarten des 'Atlas Novus' von *Johann Baptist Homann*, zwischen 1731 und 1742.

Die Erdteilkarten von Europa und Afrika

Titel: -\Europa | Religionis Christianae | Morum et Pacis ac Belli | Artium Cultu | Omnium Terrarum Orbis | Partium Praestantiss. | Iuxta Recentissima Exempla= | ria Accuratissime | excusa et edita à Matth. Seutt. | Chalc. Aug.\ (Das Europa des christlichen Glaubens, in seiner Lebensweise in Friedenszeiten und in seiner Kunst des Kriegführens der hervorragendste aller Teile des Erdkreises, gemäß der

jüngsten Beispiele genauestens gestaltet und herausgegeben von *Matthäus Seutter*, Kupferstecher in *Augsburg*)

-\Africa | Iuxta Navigationes et Ob= | servationes Recentissimas | Aucta, Correcta et in sua | Regna et Status Divisa, | In Lucem Edita | A. | Matthaeo Seutter Chalcographo | Augustano.\ (Afrika, nach Berichten der Seefahrer und der jüngsten Beobachtungen, vergrößert und berichtigt. Eingeteilt in seine Königreiche und Gebiete, veröffentlicht von *Matthäus Seutter*, Kupferstecher in *Augsburg*.)

Auf der Afrikakarte teilt eine Textkartusche dem 'Spectatorio Curioso' mit, daß die Karte nach dem neuesten Schema des *P. Henr. Scherer S.J.* angefertigt wurde, der wiederum die exakten Beobachtungen der PP Missionariorum in seinem berühmten geographischen Werk mitteilt.

Verlauf der Längenfehler:

Längenfehler im Atlantik:

Der Abstand des Ausgangsmeridians von *Teneriffa* zu *Lissabon* ist auf 14' (Afrikakarte) bzw. -1' (Amerikakarte) genau getroffen, der von *Ferro* wird in der Amerikakarte um 44' überschätzt.

Längenfehler am Festland:

Den Verlauf der Längenfehler zeigt Abbildung 4-45. Die Längenfehler steigen im Vergleich zur Weltkarte *Mercators* gegen den östlichen Teil des Mittelmeeres noch stärker an, während die in den gleichen Atlas eingebundene Karte *Johann Gabriel Doppelmayers* (s. Abschnitt 4.8.1) den Fehlerverlauf, sieht man vom Längenfehler *Lissabon*s ab, weitgehend fehlerfrei darstellt.

Untersuchungsergebnisse der Karten:

Ausgangsmeridian: \Africa\ Meridian des *Pico de Teneriffa* 16°39' westlich von *Greenwich*.
\Europa\ bildet mit der Karte \Africa\ ein konsistentes Längensystem.

Länge der Mittelmeerachse: in der Europa- und Afrikakarte zwischen *Gibraltar* und *Alexandretta:* 55°45' bzw. 56°

Abbildungsmethoden:	\Europa\:	stereographischer Netzentwurf
	\Africa\:	stereographischer Netzentwurf
Maßstäbe:	\Europa\:	in Kartenmitte 1 : 11,8 Millionen
	\Africa\:	in Kartenmitte 1 : 21 Millionen

4.8.6 *Matthäus Seutter*; 'Atlas Novus', 1730

Titel: 'Atlas Novus | Sive | Tabulae Geographicae | Totius Orbis Faciem, Partes Imperia | Regna et Provincias Exhibentes | Exactissima Cura | Iuxta Recentissima Observation. | Aeri incisae, et Venum Expositae | À | Mattaeo Seütter, SCMG | Augustae Vinde ... ' (Blatt beschädigt) (Neuer Atlas oder geographische Karten der Oberfläche des ganzen Erdkreises, die Teile des kaiserlichen Reichs, der Königreiche und der Provinzen darstellend, mit größter Sorgfalt, entsprechend den neuesten Beobachtungen in Kupfer gestochen und zum Verkauf ausgestellt. Von *Matthäus Seutter*, Geograph der heiligen kaiserlichen Majestät, in *Augsburg*)

zweites Titelblatt: Atlas | Novus | Indicibus Instructus, | oder | Neuer mit Wort = Registern versehener | Atlas | Bestehend | In 50. Seutterisch = Geographischen | Haupt= und Special-Tabellen | Als worüber ... in offenen Druck heraus gegeben | Von | Matthäo Roth / Kaiserl. Hof=Kriegs=Agenten | Wien in Oesterreich | ... | Gedrukt bey Johann Peter v. Ghelen | Kaiserlichen Hof=| Universitäts=| und | Gemeiner Stadt Wien Buchdruckern | 1730

Matthäus Seutter (1678-1756) lernte bei *Homann* das Kartenstechen und eröffnete im Jahre 1709 seinen eigenen Betrieb. Seine Kartenproduktion beschränkte sich hauptsächlich auf den Nachstich von Karten unterschiedlicher Herkunft, doch waren sie gefällig im Aussehen und verkauften sich gut. Er veröffentlichte 1720 den 'Atlas Geographicus' mit 46 Blättern und ab 1728 den 'Atlas Novus Indicibus Instructus'. Nach seinem Tod wurden die Kupferplatten unter seinem Sohn *Albrecht Karl* (1722-1762) und seinen beiden Schwiegersöhnen *Georg Balthasar Probst* (1673-1750) und *Tobias Conrad Lotter* (1717-1777) aufgeteilt. Letzterer führte den Seutterschen Verlag unter seinem eigenen Namen weiter [STOPP 1986; MEURER 1993].

Die Erdteilkarten von Europa und Afrika

Titel: - \Europa | Religionis Christianae | Morum et Pacis ac Belli | ... | excisae et edita â | Matth. Seutt. | S.C. Maj. ... Geogr. | Aug. Vind.\

- \Africa | Iuxta Nauigationes et Ob= | servationes recentissimas | ... | a | Matthaeo Seuttero, Sac. Caes. Maj. | Geographo Aug.\

Auf der Afrikakarte wird dem neugierigen Leser hinsichtlich der Herkunft der Informationen mitgeteilt, daß die Karte den neuesten, von *P. Henr. Scherer S.J.* in seinem hervorragenden geographischen Werk veröffentlichten Berichten der Missionare nachfolgt.

Ausgangsmeridian:

Seiten nicht paginiert: 'Was den primum Meridianum anlanget | von welchem man gegen Osten | oder Morgen die Länge (Longitudinem) anfanget zehlen | so seynd die Geographi noch nicht einig | wo er eigentlich sollet hingesetzet werden; einige haben ihne durch eine deren Azorischen | oder Flandrischen Insulen gezogen | die meisten aber stellen ihne in die Canarische | oder glückselige Insulen | in specie in Teneriffa, oder Palma; der Unterschied dieser ungleichen Meinungen träget bey 15. Grad | das ist: 225 Teutsche Meilen aus | welche Ungleichheit wol zu merken | und | ehe man eine Abmessung vornimmet | zuvor sich zu erkundigen | wo der primus Meridianus gesetzet seye.'

Die Erdteilkarten des Atlas bilden ein konsistentes Längensystem mit dem *Pico de Teneriffa* als Ausgangsmeridian.

Verlauf der Längenfehler:

Längenfehler im Atlantik:

Der Abstand des Ausgangsmeridians von *Teneriffa* zu *Lissabon* ist 14' zu groß, der von *Ferro* zu *Lissabon* wird um 1°04' überschätzt.

Längenfehler am Festland:

Die Längenfehler bei *Matthäus Seutter* sind praktisch mit jenen im 'Atlas Novus' von *Johann Baptist Homann* (s. Abbildung 4-45) identisch.

Untersuchungsergebnisse der Europa- und Afrikakarte:

Ausgangsmeridian: Meridian des *Pico de Teneriffa* 16°39' westlich von *Greenwich*.

Länge der Mittelmeerachse der Europakarte: zwischen *Gibraltar* und *Alexandretta* 55°40'

Abbildungsmethoden: \Europa\: zwischenständiger stereographische Netzentwurf
\Africa\: äquatorständige stereographischer Netzentwurf

Maßstab: \Europa\: in Kartenmitte 1 : 10,6 Millionen
\Africa\: in Kartenmitte 1 : 21 Millionen

4.8.7 *Johann Matthias Hase (Haas, Hasius)*; Einzelkarten, erschienen bei Homanns Erben, 1737/1746

Titel: - <Africa | Secundum legitimas Projectionis | Stereographicae regulas | et | ... | a Ioh. Matthia Hasio M.P.P.O: | h. t. Facult. Phil. In Acad. Witeb. Decano | Impensis Homannianorum Heredum | C.P.S.C.M.> (erschienen 1737)

- <Europa | Secundum legi- | timas Projectionis | Stereographicae re- | gulas et | ... | à Ioh. Matth. Hasio | Math. P.P.O. | edita Curis | Homannianorum | Heredum.> (erschienen nach *Hases* Tod 1743)

- <Americae | Mappa generalis | Secundum legitimas projectionis | stereo- | graphicae re- | gulas, relationesque recentis | ... | ... nec | non secundum mentem D.I.M. Hasii. M.P.P. | ... | ... delineata ab Aug. Gottl. Boehmio. | Phil. Magistro. In lucem proferentibus | Homannianis | Heredibus.> (erschienen nach Hases *Tod* 1746)

- <Planiglobii Terrestris | Mappa Universalis | Utrumque Hemisphaerium Orient. et Occidentale repraesentans | Ex IV. mappis generalibus, Hasianis composita et adjectis | ceteris hemisphaeriis designata a G. M. Lowizio | Excudentibus Homann: Heredibus. Cum Priv. S. Caes. Maj. A. MDCCXXXXVI.> (erschienen 1746 nach *Hases* Tod).

Johann Matthias Hase (1684-1742) studierte Theologie und Mathematik und war von 1719 bis zu seinem Tode Professor für Mathematik an der Universität *Wittenberg*. Er war einer der bedeutendsten Kartographen des 18. Jahrhunderts und war ab den 1730er Jahren, wie auch *Georg Moritz Lowitz* (1722-1774) und *Johann Tobias Mayer* (1723-1762), freier Mitarbeiter der Offizin der Homännischen Erben. Er trug vor allem zur Hebung des wissenschaftlichen Standards dieses damals bedeutendsten deutschen Kartenverlages bei. In seiner Arbeitsmethode folgte er dem Vorbild *G. Delisles* und dessen strenger kritischer Auswertung aller verfügbaren Unterlagen. Seine Karten, die alle bei den Homännischen Erben erschienen, bezeichnen den Ausgangsmeridian, wie z. B. auf der Europakarte, mit Texten wie: 'Meridianus Primus per Insulam Ferri transiens'. Alle Karten von *Hase* sind in stereographischer Abbildungsmethode entworfen, auf die in den Titelkartuschen hingewiesen wird ' ... secundum legitimas projectionis stereographicae regulas ...' (... nach den gesetzmäßigen Regeln der stereographischen Projektion ...). In der Textkartusche zu den graphischen Maßstäben der Europakarte weist er darauf hin, daß diese nur im Zentrum der Karte bis etwa 20° genaue Werte liefern. Weiter entfernte Punkte sollten aus den Gradnetz mit einem Proportionalzirkel eingemessen werden [SANDLER 1882 - 1890, S. 140-146; DÖRFLINGER 1986].

Ausgangsmeridiane:

Die Ausgangsmeridiane der Karten von Afrika und Amerika sind, wie auch der Äquator, zum Unterschied von den anderen Linien des Gradnetzes als Doppellinien mit einer 1° Teilung ausgeführt. Die Ausgangsmeridiane sind über das Zentrum von *Ferro* gezogen, zeigen aber *Paris* nach der Definition *G. Delisles* auf 20° Ost. Daß *Hase* nicht den Meridian der *Punta Orchilla* sondern den des Zentrums der Insel gemeint hat, zeigen die Karten und die Beschriftung des Ausgangsmeridians auf der Europakarte: 'Meridianus Primus per Insulam Ferri transiens' (Der Ausgangsmeridian der über die Insel *Ferro* verläuft).

Verlauf der Längenfehler:

Längenfehler im Atlantik:

Der Abstand des Ausgangsmeridians *Ferro* zu *Lissabon* ist 19' zu groß.

Längenfehler am Festland:

Die Längenfehler bei *Hase* sind in Abbildung 4-46 dargestellt; es treten keine groben Fehler mehr auf. Sogar die Länge von Perekop ist nur mehr 20' zu groß.

Untersuchungsergebnisse der Karten:

Ausgangsmeridiane: Für alle Karten der Meridian über das Zentrum der Insel *Ferro* definiert mit 20° westlich von *Paris*, 18°00' westlich von *Greenwich*.

Länge der Mittelmeerachse der Europa-Karte: zwischen *Gibraltar* und *Alexandretta* 41°30'

Abbildungsmethode: alle Karten zeigen einen stereographischen Netzentwurf

Maßstäbe: <Europa>, in Kartenmitte: 1 : 12 Millionen

<Afrika>, in Kartenmitte am Äquator: 1 : 22 Millionen

<Amerika>, in Kartenmitte am Äquator: 1 : 37 Millionen

<Weltkarte>, Durchmesser der Planigloben: 262 mm

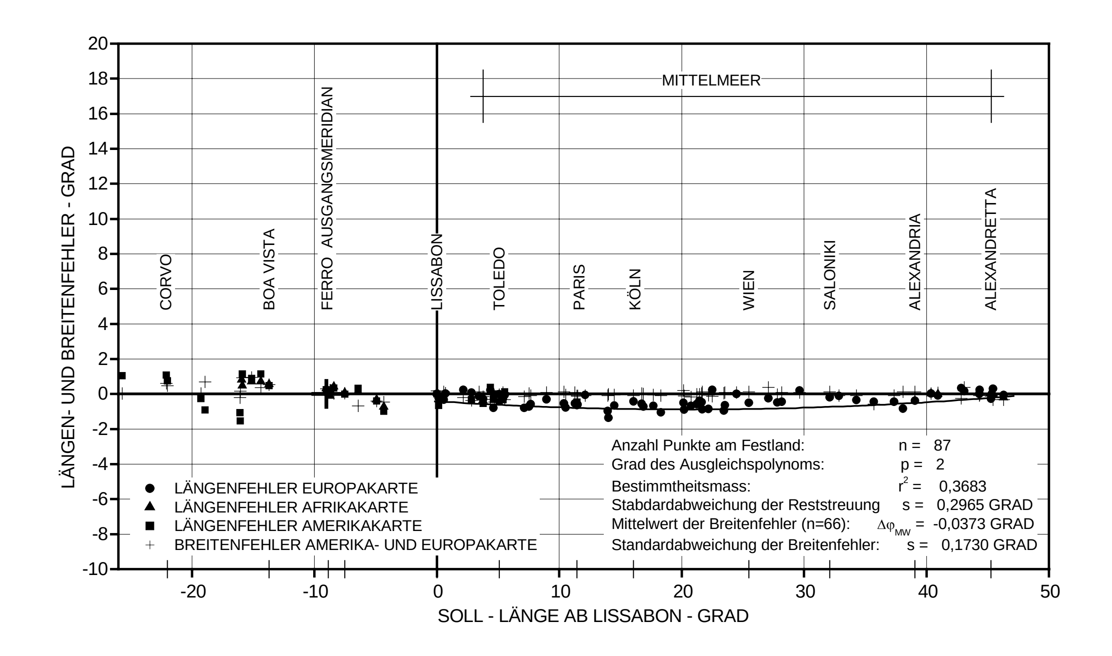


Abb. 4-46: Verlauf der Längenfehler ab dem Bezugsmeridian *Lissabon* der Erdteilkarten von *Johann Matthias Hase*, erschienen bei Homanns Erben, 1737/1746.

4.8.8 *Franz Anton Schrämbl*; Atlas, (1786-) 1800

Titel: 'Allgemeiner | Großer | Schrämblischer Atlas. | Wien, | Im Verlag Bey Joseph Philipp Schalbacher | 1800'

Franz Anton Schrämbl (1751-1803) war im Schuldienst in *Troppau* beschäftigt und gab ab 1784 billige Nachdrucke von ausländischen Werken der schönen Literatur, der Philosophie und der Erdkunde heraus. Ab 1787 betrieb er in *Wien* ein Verlagsgewölbe und ab 1791 zusätzlich eine Buchdruckerei. Trotz der Kriegszeiten gab er weiterhin verschiedene Klassiker heraus und arbeitete an der Herausgabe des 'Grossen Schrämblischen Atlas'. In den Jahren 1786-1790 bestritt *Schrämbl* mehr als die Hälfte der österreichischen Kartenproduktion. Infolge der schlechten wirtschaftlichen Lage, bedingt durch die Kriegsereignisse ab 1788, war *Schrämbl* gezwungen, 1800 sein umfangreiches Kartenwerk zu verkaufen und starb in desolaten wirtschaftlichen Verhältnissen 1803 [DÖRFLINGER, 1984, Bd. 1, S. 159-204].

Die Untersuchung von Karten dieses Atlas zeigt, mit welchen Fehlern noch um 1800 bei Landkarten zu rechnen ist, insbesondere in weniger bekannten Gegenden. So weist *Perekop* auf der *Krim* einen Längenfehler von fast 1°30' auf, *Hase* hatte diesen Fehler schon vor 50 Jahren auf 20' verringert. Auch wenn die Mittelwerte der Breiten- und Längenfehler in der Größenordnung von nur 1' bis 2' liegen, so zeigen die Standardabweichungen Fehlerreihen mit 16' bzw. 19', daß vereinzelt noch mit erheblich größeren Fehlern zu rechnen ist. Für die Bestimmung der Ausgangsmeridiane solcher Karten spielt diese Größenordnung aber kaum eine Rolle, insbesondere auch deshalb, weil zu dieser Zeit in der Kartographie nur noch sehr wenige Nullmeridiane im Gebrauch waren, die sich leicht unterscheiden lassen.

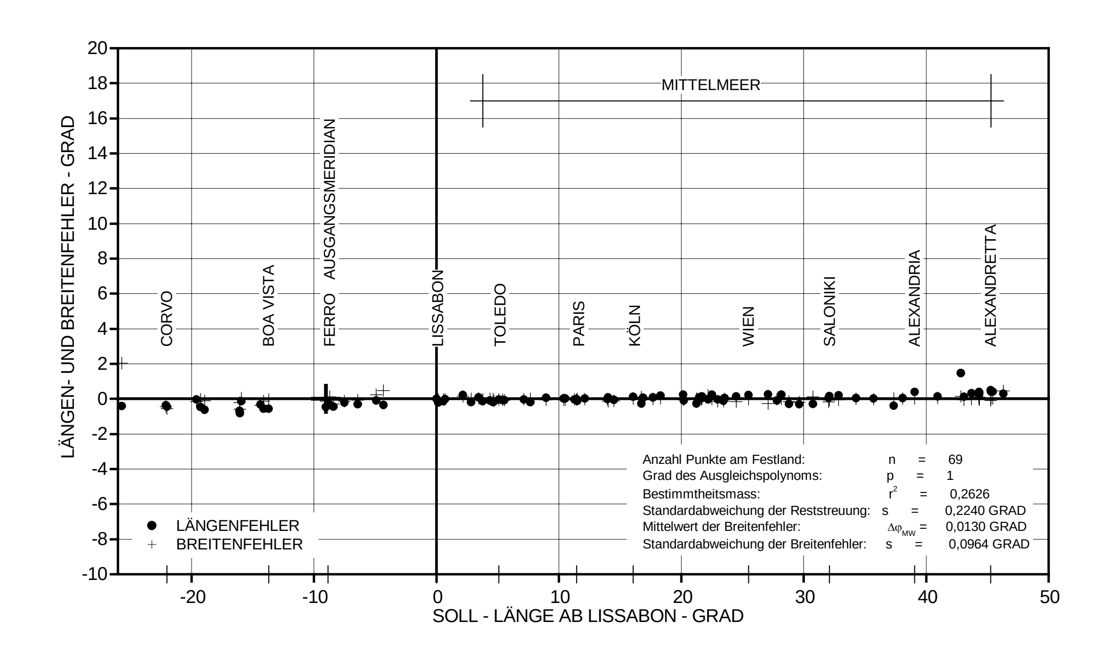


Abb. 4-47: Verlauf der Längenfehler ab dem Bezugsmeridian *Lissabon* der Europakarte (Werte des atlantischen Bereichs aus der Weltkarte) im Atlas von *Franz Anton Schrämbl*, (1786-) 1800.

Ausgangsmeridian:

Der Ausgangsmeridian ist durch *Ferro* nach der Definition von *G. Delisle* festgelegt. Sowohl auf dem Planigloben der westlichen Hemisphäre als auch auf der Europakarte ist *Paris* auf genau 20° Ost eingetragen. Der Meridian streift auf dem Planigloben der östlichen Erdhälfte genau die West-Spitze von *Ferro*.

Verlauf der Längenfehler:

Längenfehler im Atlantik:

Der Abstand des Ausgangsmeridians *Ferro* zu *Lissabon* ist 28' zu groß, der Mittelwert der Längenfehler liegt noch bei 24' mit einer Standardabweichung von 12'. Der Mittelwert der Fehler im atlantischen Bereich ist 12 mal größer als am europäischen Festland.

Längenfehler am Festland:

Die Längenfehler bei Schrämbl sind in Abbildung 4-47 dargestellt, Das europäische Festland erscheint weitgehend fehlerfrei. Der Mittelwert der Längenfehler beträgt nur noch 2' mit einer Standardabweichung von 19'.

4.8.8.1 Die Weltkarte

Titel: - \Oestliche Halb-Kugel | Verfasst von Herrn d'Anville Geographen des Königs von Frankreich | Nach den neuesten Entdeckungen verbessert herausgegeben | Von Herrn F. A. Schrämbl | 1786 | ... | Verlage in Brün ... 1786\

- \Westliche Halb Kugel | Verfasst von Herrn d'Anville Geographen des Königs von Frankreich | Nach den neuesten Entdeckungen verbessert herausgegeben | Von Herrn F. A. Schrämbl | 1786 | ... | Verlage in Brün ... 1786\

Die Planigloben stimmen hinsichtlich der Ortspositionen sehr gut mit den drei Europakarten überein. Da diese besser zu vermessen waren, wurden nur die Positionen der Inseln im Atlantik den Planigloben entnommen.

Untersuchungsergebnisse der Planigloben:

Ausgangsmeridian: Ferro, Punta Orchilla, definiert als 20° westlich von *Paris,* 18°09' westlich von *Greenwich*

Länge der Mittelmeerachse: zwischen *Gibraltar* und *Alexandretta* 42°10'

Abbildungsmethode: stereographischer Netzentwurf

Durchmesse der Planigloben: 595 mm

4.8.8.2 Die Europakarten

Titel: - \Erster Theil der Karte von | Europa, | welcher Frankreich, Deutschland, Italien | Spanien, England, Scotland und | Ireland | enthælt. | Verfasst von Herrn d'Anville | Neu herausgegeben von Herrn F. A. Schræmbl | MDCCXC\

- \Dritter Theil der Karte | von Europa | welcher | das südliche Russland | Polen und Ungarn | die europæische und beinahe die ganze asiatische | Türkei | enthælt. | Verfasst von Herrn d'Anville, | Neu herausgegeben von Herrn F. A. Schræmbl | MDCCLXXXVIII\

Die Karten besitzen ein sehr großes Format, Blatthöhe ca. 64 cm, und durchgezogene Meridiane und Breitenkreise in 1° Abstand.

Untersuchungsergebnisse der Karten:

Ausgangsmeridian: Ferro, Punta Orchilla, definiert als 20° westlich von *Paris,* 18°09' westlich von *Greenwich*

Länge der Mittelmeerachse: zwischen Gibraltar und *Alexandretta* 42°07'

Abbildungsmethode: konischer Netzentwurf

Maßstab aus Maßstabsleiste: 1 : 2,9 Millionen

4.9 Europäische Kartographen des 16. bis 18. Jahrhunderts

4.9.1 *Christopher Saxton*; Wandkarte von England und Wales

Titel: <Britannia Insularem in Oceano Mixima> 1583

Christopher Saxton (1542/44-1610/11) lebte in West Yorkshire und nahm ab 1570 die englischen Grafschaften kartographisch auf. Sein 'Atlas of England and Wales' erschien 1579 und enthält 34 Grafschaftskarten in den Maßstäben 1 : 310.000 bis 1 : 450.000. Die meisten englischen Grafschaftskarten des 17. Jahrhunderts beruhen auf diesem bis 1770 nachgedruckten Atlas.

Die große Wandkarte von England und Wales - auf 20 Platten gestochen - ist, da sie nur den Südteil der Britischen Insel zeigt, für die Bestimmung einer geschlossenen Fehlerreihe nicht von Bedeutung. Sie war aber eine der wichtigsten Karten von England und wurde, mit Verbesserungen, bis 1795 nachgestochen [LAWRENCE 1986, S. 702]. Die Karte läßt sich wegen der Blattschnitte schlecht ausmessen, doch kann die von *Lawrence* angeführte Trapezprojektion nicht zu stimmen, da die Karte zwar äquidistante Parallelen zeigt, die Meridiane aber leicht gebogen sind. Ein graphischer Maßstab für 3 unterschiedliche Meilenlängen ist beigelegt - 50 Magna entsprechen 55 Mediocria und 60 Parua gleich 234 mm. Die Meilendefinition 'Integra huius Scalae Longitudo vni Latitudinis gradu respondet' (Die Länge der ganzen Skala entspricht einem Breitengrad) stimmt nicht ganz mit dem Gradnetz überein, in dem ein Breitengrad 245 mm mißt.

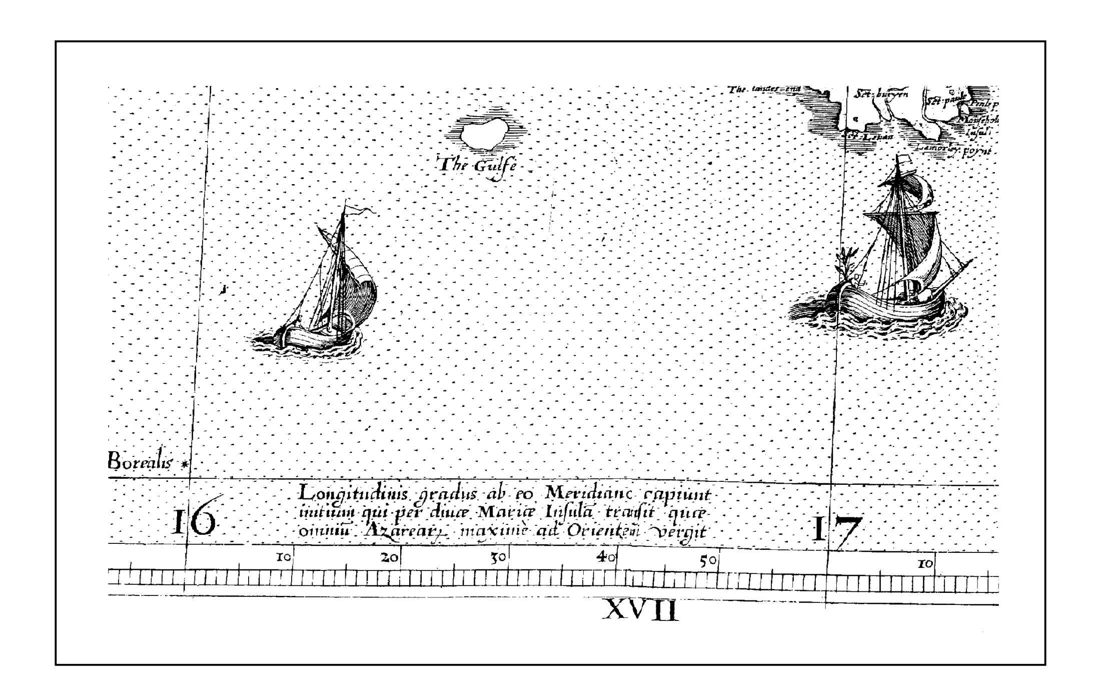


Abb. 4-48: Ausschnitt der Wandkarte von England und Wales von *Christopher Saxton* mit dem Vermerk über den Ausgangsmeridian der *Insel Santa Maria* der *Azoren*.

Ausgangsmeridian:

Diese Wandkarte war die einzige Karte, die ausdrücklich auf einen Ausgangsmeridian über die *Insel Santa Maria* der *Azoren* hinweist. Am unteren Kartenrand zwischen den Meridianen 16° und 17° befindet sich der Vermerk: 'Longitudinis gradus ab eo Meridiano capiunt | initium qui per diuae Mariae Insulam transit quae | omnium Azareay maximè ad orientem vergit' (Die Längengrade beginnen bei jenem Meridian, welcher über die *Insel der göttlichen Maria* verläuft, die von allen *Azoren* am weitesten im Osten liegt). Den Ausschnitt der Karte mit diesem Vermerk zeigt Abbildung 4-48.

Untersuchungsergebnisse der Karte:

Ausgangsmeridian: Santa Maria, Azoren, 25°08' westlich von *Greenwich*.

Abbildungsmethode: nicht bestimmt

Maßstab aus Maßstabsleiste: 1 : 470.000

Diese Regionalkarte deckt nur ein begrenztes Gebiet ab und ist hauptsächlich wegen ihres Ausgangsmeridians interessant. *Saxton* unterschätzte den Längenunterschied zwischen *Santa Maria* und *London* um 1°05'.

4.9.2 *Edward Wright* und *Richard Hakluyt*

Edward Wright (um 1558-1615) besuchte die Universität *Cambridge* und war von 1587-1596 Fellow des Colleges Gonville and Caius. Im Jahr 1589 nahm er als Historiker an der Kaperexpedition des *Earl of Cumberland* zu den *Azoren* teil und kehrte anschließend nach *Cambridge* zurück. Er arbeitete dann an den 'Certaine errors in navigation ... detected and corrected' die er 1592 fertigstellte und 1599 in London veröffentlichte. In diesem Werk erläuterte er die häufigsten Fehler, die bei der Herstellung der Seekarten, dem Gebrauch des Jakobsstabs, des Kompaß und bei der Zusammenstellung von astronomischen Deklinationstabellen auftraten. Außerdem enthielten sie die ersten Zahlentafeln für 10' Breitenintervalle zur Konstruktion von Karten in Mercator-Projektion. Die zweite Auflage erschien 1610 und enthielt die Tabellen der Breitenwerte der Mercator-Projektion für jede Minute.

John Napier (1550-1617) veröffentlichte 1614 die Arbeit 'Mirifici logarithmorum canonis descriptio' über die Logarithmen in Latein, und *Wright* verbrachte das letzte Jahr seines Lebens mit dem Studium dieser neuen Rechenmethode und der Übersetzung dieses Buches. Die Revision der englischen Ausgabe mußte aber bereits sein Freund *Henry Briggs* (1561-1630) übernehmen, und die Veröffentlichung erfolgte 1616 durch seinem Sohn *Samuel Wright* [PARSONS und MORRIS 1939].

Richard Haykluyt (um 1552-1616) studierte in *Oxford* und war später Lehrer für Geographie. Er wurde ein einflußreicher Befürworter der englischen Kolonisierung überseeischer Gebiete und deren führender Chronist. Er sammelte vor allem Originalberichte über Entdeckungsfahrten, die er in drei Bänden veröffentlichte. Es folgten 1598-1600 die ergänzten und auf den letzten Stand gebrachten Bände 'The Pricipal Navigations, Voiages and Discoveries of the English Nation ...'. Als Geograph stand er in Verbindung mit *Edward Wright*, mit dem er auf karographischem Gebiet zusammenarbeitete [WALLIS 1972].

4.9.2.1 Richard Hakluyts Amerikakarte, 1587

Titel: «Novvs Orbis»

Die Karte wurde von *Richard Hakluyt* 1587 in Paris für seine Ausgabe von *Petrus Martyr* (1459-1526) in Kupfer gestochen. Sie hat eine Längenausdehnung von 220° und reicht vom Süd- bis zum Nord-Pol. Sie wurde durch den Druck im Faksimileatlas Nordenskiölds um etwa 2 % verkleinert. Der Maßstab wurde mit der Originalhöhe der Karte berechnet.

Ausgangsmeridian:

Der Meridian 10° westlich des östlichen Kartenrandes ist mit 360° bezeichnet und trägt den Vermerk: 'Longitudinis gradus numerari incipiunt à meridiano Toletano versus occidentem' (Die Zählung der Längengrade beginnt beim Meridian von *Toledo* nach Westen).

Untersuchungsergebnisse der Karte:

Ausgangsmeridian: Toledo, 4°02' westlich von *Greenwich.*

Abbildungsmethode: ovaler Netzentwurf nach *Petrus Apianus* über 220° Länge

Äquatormaßstab: 1 : 123 Millionen

4.9.2.2 Edward Wrights Karte der Azoren, nach 1589

Titel: «The voyage of the right Honorable | the Earle of Cumberland to the | ilands Azores A. D . 1589»

Die Karte trägt nur die oben angeführte Beschreibung in einer Textkartusche und wurde 1599 in 'Certaine Errors in Navigation, ... detected and corrected', in *London* veröffentlicht. Sie ist die erste echte Seekarte, die 30 Jahre nach der Weltkarte *Gerhard Mercators* dessen Netzentwurf verwendete. Da die Karte nur ein begrenztes Gebiet 36°10' - 52°20' Nord und etwa 32°30' bis 1°30' westlich von Greenwich abdeckt, kommt sie für die Aufstellung einer geschlossenen Fehlerreihe nicht in Frage.

Eine für die Genauigkeit der Längenbestimmung auf See interessante Angabe findet sich in der Textkartusche der Karte. Nach Erklärung der Projektionsmethode fährt *Wright* fort: 'The difference of longitude between the Rocke and S. Michaels, we make to be about XV degr. agreeable to the often expe: | rience of English Navigators, who (for the most part) have made the distance betwixt those places, to be about two hundred and thirty | English leagues, though some would have that distance to be lesse. But they may easily erre half a score leagues in a hundred, because the | way of finding distances from east to west at sea is for the most part coniecturall, in estimating how much way the ship maketh | in sayling'. Da 'half a score' gleich 10 ist, schätzt *Edward Wright* also die Fehlergröße der Längenbestimmung auf See bei der Gissung des zurückgelegten Weges auf ±10 % [WAGNER 1915c]. Die im Text erwähnte Längendifferenz zwischen dem *Kap da Roca* (*Roxent*, *the Rock*) und der *Azoreninsel San Miguel* von 15° beträgt in der Karte, gemessen am Ost-Teil der Insel, 14°55' und liegt damit 45' oder 5 % unter dem heutigen Wert. Berücksichtigt man weiter, daß, wie er im Text feststellt, andere Seeleute die Längendifferenz noch geringer annehmen, so dürfte seine Einschätzung der Fehlergrenze mit ±10 % der Wahrheit sehr nahe kommen.

Ausgangsmeridian:

In der Textkartusche in der Nordwest-Ecke der Karte bemerkt *Wright* zum Ausgangsmeridian: 'It was thought more reasonable, to begin the longitude from the westermost part of the maine conti- | nent of Africa, Asia and Europa, then from any small Ilands, as the Canaries, or the Azores, especially seeing those reaso˜s | faile, which moued Ptolemee, and Mercator to begin their account from hence: whereof the one knew no land more | westerly then the Canaries the other thought that the true and magneticall meridian agreed more at the Azores only'. Ober der Längenangabe 360° befindet sich am Süd-Rand der Karte eine Textkartusche folgenden Inhalts: 'The beginning of Longitude is taken | from the westmost part of Africa'

Untersuchungsergebnisse der Karte:

Ausgangsmeridian: Kap Verde, 17°33' westlich von *Greenwich.*

Abbildungsmethode: winkeltreuer zylindrischer Netzentwurf nach Mercator

Maßstab des Originals: 1 : 5,5 Millionen am Süd-Rand nach [WAGNER 1915c]

4.9.2.3 Edward Wrights und Richard Hakluyts Weltkarte, 1599

Titel: «Hydrographical Description of the World», 1599

Die 1599 in *Hakluyts* 'The principal navigations, voyages, traffiques and discoveries of the English Nation.' Band 2, veröffentlichte Weltkarte in Mercator-Projektion nach *E. Wright* beruhte auf der Zusammenarbeit mehrerer Kartographen bzw. Seeleute. Die Übertragung von Einzelheiten des Globus von *Emery Molyneux* aus dem Jahre 1592, der als Basis der geographischen Darstellung diente, in die Mercator-Projektion erfolgte von *E. Wright*. *John Davis* (um 1550-1605) steuerte Details seiner eigenen Entdeckungen bei. Über das Leben *von E. Molyneux* ist fast nichts bekannt. Er kannte wahrscheinlich *R. Hakluyt* und *E. Wright*, und sein Globus wurde von *Jodok Hond d. Ä.* (1563-1612) gestochen, der sich damals in *London* aufhielt [WALLIS 1951 und 1955]. Die Auswertung der letzten Entdeckungen, wie z. B. jener von *Willem Barentsz* (um 1550-1597), erfolgte durch *Richard Hakluyt*. Diese Karte ist die erste in England gedruckte Weltkarte. [BRICKER und TOOLEY 1971, S. 87]. Eine etwas verbesserte Version der Weltkarte war der zweiten Auflage der 'Certaine errors ..' 1610 beigeheftet und wurde noch einmal verbessert, 1657 von *Joseph Moxon* (1627-1700) neu aufgelegt.

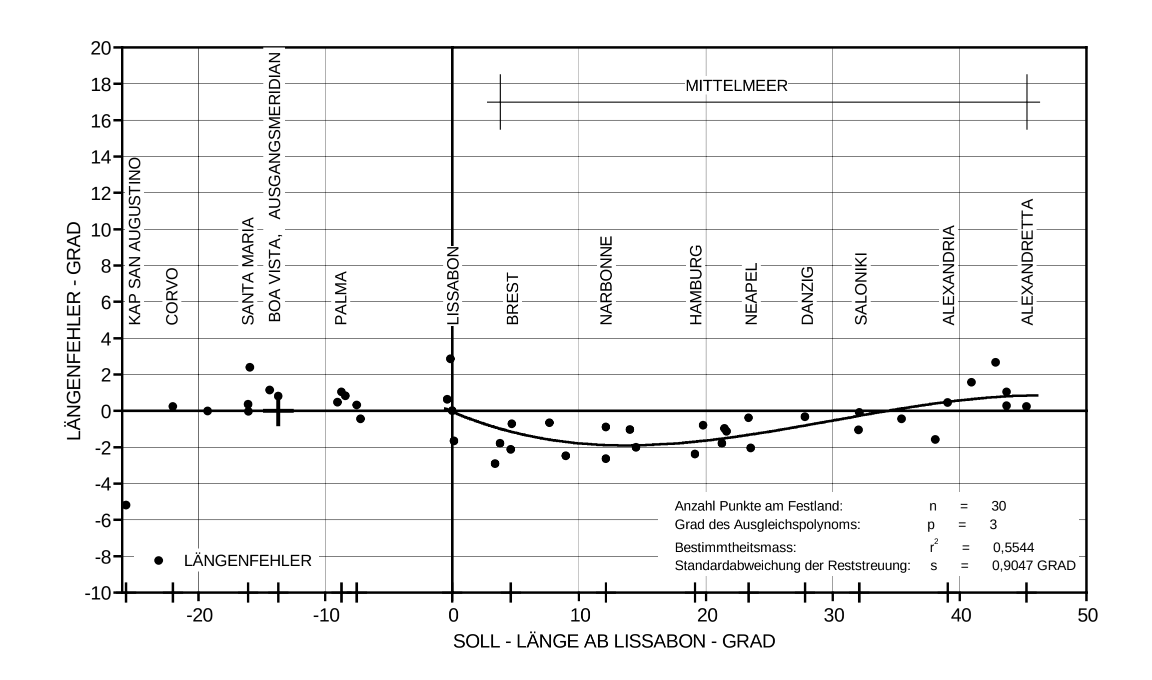


Abb. 4-49: Fehlerverlauf ab dem Bezugsmeridian *Lissabon* der Weltkarte «Hydrographical Description of the World» von *Edward Wright* und *Richard Hakluyt*, 1599.

Die Karte trägt nur Bezeichnungen von an den Küsten gelegenen Orten und von Inseln, zeigt jedoch keine Signaturen. Orte im Binnenland sind nicht eingetragen. Wegen der fehlenden Ortsignaturen konnten die Längenwerte der Orte nicht mit der wünschenswerten Genauigkeit ermittelt werden. Auf der Karte sind nur Gebiete verzeichnet, die durch verläßliche Nachrichten belegt waren. Spekulationen bezüglich eines Südkontinents, wie sie in der Weltkarte *Rumold Mercators* von 1587 eingezeichnet sind, fehlen in dieser Karte. Der Verlauf der Längenfehler in Abbildung 4-49 zeigt deutlich die Verbesserung der Fehler über die gesamte Länge des Mittelmeers.

Ausgangsmeridian:

Der Ausgangsmeridian verläuft in dieser Karte, im Gegensatz zu der Karte 'The voyage of the right Honorable | the Earle of Cumberland to the | ilands Azores A. D . 1589' von *E. Wright*, über die östlichsten Inseln der *Kap Verden Sal, Boa Vista* und *Mayo*. *Palma*, bei *Wright / Hakluyt* die westlichste Insel der *Kanaren*, liegt auf 4°30', *Ferro* auf 5° Ost. *Kap Verde*, in der Azoren-Karte der Ausgangsmeridian, liegt auf 5°15' Ost.

Untersuchungsergebnisse der Karte:

Ausgangsmeridian: Boa Vista, Kap Verdische Inseln, 22°50' westlich von *Greenwich*

Länge der Mittelmeerachse: zwischen *Gibraltar* und *Alexandretta*: 43°30'

Abbildungsmethode: winkeltreuer zylindrischer Netzentwurf nach Mercator

Äquatormaßstab: 1 : 65 Millionen

4.9.3 *P. Vincenco Coronelli OFMConv.*; Globus 1688 und Atlas 1692

P. Vincenzo Coronelli OFMConv. (1650-1718) trat bereits mit 15 Jahren bei den Minoriten ein, wurde später zum Generaloberen seines Ordens gewählt und 1702 unter immer noch ungeklärten Umständen aus dem Amt gejagt. *Coronelli* war ein bekannter Erfinder, Ingenieur, Globenbauer, Kosmograph, Kartograph und Theologe. Er gilt auch als Vorläufer der französischen Enzyklopädisten. 1681-1683 baute er in *Paris* für *König Ludwig XIV.* ein Globenpaar von 3,90 m Durchmesser. Zahlreiche weitere Globen folgten, und 1697 veröffentlichte *Coronelli* im 'Libro dei globi' die Meridianstreifen aller von ihm angefertigten Globen. Er gründete 1684 die erste geographische Gesellschaft Europas, die 'Accademia degli Argonauti', auf die er in den Dedikationen seiner Karten hinweist. Schon 1685 wurde er zum Kosmographen der Republik *Venedig* ernannt. Vom Kaiser wurde *Coronelli* zum 'Commisario und Directore der Donau und der anderen Flüsse des Reichs' berufen. *Coronelli* war wissenschaftlich auch auf anderen Gebieten tätig und veröffentlichte neben Atlanten auch Wörterbücher und Arbeiten über die Schiffsbaukunst. [PELLETIER 1986, S 146; ZORZI 1985, S. 523]

4.9.3.1 P. Vincenco Coronellis Globus von 1688

Der von *Coronelli* 1688 in *Venedig* hergestellte <Globus> hat einen Durchmesser von 110 cm. Auf eine genaue Untersuchung des Globus mußte wegen der schlechten Zugänglichkeit verzichtet werden.

Ausgangsmeridian:

In der Nähe des Südpols befindet sich ein Textfeld, das sich auf den Nullmeridian bezieht: 'Per constituare l'ordine della mia Geografia ho posto | in questo Globo il Primo meridiano nella parte | piu occidentale del Isola di Ferro com'anche per | seguire il Decreto di Luigi XIII, che col consiglio de Geog. Nel 1634 ho determina in questo stesso Luogo'.

Untersuchungsergebnisse des Globus:

Ausgangsmeridian: 'nella parte | piu occidentale del Isola di Ferro', *Pta. Orchilla, Ferro*, 18°09' westlich von *Greenwich*.

4.9.3.2 P. Vincenzo Coronellis Atlas 'Corso Geografico Universale', 1692

Titel: 'Corso | Geografico | Universale | O' Sia | La Terra | Divisa | Nelle Sue Parti, | E Svbdistincta | Ne' Suoi Gran Regni. | Esposita | In Tavole Geografiche, ricorette, | ... | Dal Padre Maestro | Vincenzo Coronelli M. C. | Cosmografo della Serenissima Republica di Venetia. | ... | In Venetia, MDCXCII | A spese dell' Autore.' 2 Bände im Format Grossfolio.

Ausgangsmeridiane:

Im Atlas *Coronellis* finden sich verschiedene Hinweise auf den Ausgangsmeridian:

- In der dem eigentlichen Atlasteil vorausgehenden Einführung 'Primi Elementi, à | Introdutione | Al Corso Geografico, | ... ' zeigen die nur das Gitter aufweisenden Planigloben den Ausgangsmeridian mit der Beschriftung 'Primo Meridiano che nelle nostre Carte passa per la parte più Occidentale dell Isola dell' Ferro'.
- Die Karte 'Parte Occidentale dell' Europa, Descritta e Dedicata Dal P. Cosmografo Coronelli' zeigt den mit 'Primo Meridiano' beschrifteten Ausgangsmeridian nur nördlich der Breite von 52°.
- Auf der Karte 'L'Africa Diuisa nelle sue Parti secondo le più moderne relation | ... | P. M. Coronelli' zeigt den Ausgangsmeridian an der West-Spitze von Ferro mit der Beschriftung: 'Primo Meridiano che paßa per la parte piu occidentale dell' Isola del Ferro una delle Canarie oue col consiglio de Geografi fu stabilito da Luigi XIII.

Es handelt sich bei Coronelli also um den Meridian der West-Spitze von *Ferro*. Daß er ihn nicht als verdeckten Meridian von *Paris* betrachtete, zeigen die etwas unterschiedlichen Längenwerte dieser Stadt in seinen Karten.

Die Planigloben der Weltkarte

Titel: \Planisfero del Mondo Vercchio, descritto dal P. Coronelli Venetae Reipublicae Cosmographo Descriptum, Anno Domini MDCLXXXIII' und 'Plansisfero del Mondo Nuovo, Descritto dal P. Coronelli, Cosmografo Publico.\

Ausgangsmeridiane:

Text einer Kartusche des Planigloben 'Mondo Nuovo'. Del Primo Meridiano. | Sono nelli due Planispherij Ter- | racquei 72 Meridiani, 36 con | linee continuate, l'altre de punti, | da ciascuna de quali è diuiso in | G-5 di Longitudine, ch'è il corso del | Sole in un terzo d'hora. | Li Geografi non conuengono nel lugo, do | ue passa il Primo Meridiano; Eratostene l'hà posto | alle Colonne d'Hercole. Martino di Tyr, e Tolo= | meo all' Isole Fortunate. Abulfeda, à Cadiz | Alfonzo Pigafetta, et Herrera à Toledo - Copernico | à Fruemburgo - Reinoldo à Monte Reale, à Konis= | berg; Keplero à Vraniburgo. Longomontano à | Copenhagen - Lansbergius à Goes. Ricciolo à Bolo= | gna - Iansonio e Blaeu à Monte Pico - Per continuare. | l'ordine delli miei Globi, l'hò Io posto in questi, et | in tutti l'altre mie Geografie, nella parte più Occiden= | tale del Isola del Ferro.

Untersuchungsergebnisse der Karte:

Ausgangsmeridian: Meridian der West-Spitze von *Ferro*, 18°09' westlich von *Greenwich*., *Alexandria* ist nicht eingetragen

Länge der Mittelmeerachse: zwischen *Gibraltar* und Ende des Mittelmeers: 55°45'

Abbildungsmethode: äquatorständiger stereographischer Netzentwurf

Durchmesser der Planigloben: 407-412 mm

Die Karten von Nordeuropa, Westeuropa, Osteuropa und Afrika.

Titel:
- \Mare del Nord | Auttore | Il P. M. Coronelli M. C. Cosmografo | della Serenissima Repvblica di | Venezia\
- \Parte Occidentale | Dell' Europa, | Descritta, e Dedicata | Dal P. Comografo Coronelli\
- \Parte Orientale | Dell' Europa, | Descritta, e Dedicata | Dal P. Comografo Coronelli\
- \L'Africa | Diuisa nelle sue Parti secondo le più moderne relation | colle scoperte dell' origine, e corso del Nilo | descritta dal | P. M. Coronelli M. C. Cosmografo della | Serenissima Repvblica Di Venetia\

Diese Karten zeigen den Atlantik und den europäischen Kontinent von *Lissabon* bis *Damaskus*. Die Karte \L'Africa\ zeigt die *Kap Verdischen Inseln* und die *Kanaren*. Die östlichen Teile Afrikas zeigt eine Karte ohne Titel, aber mit der Legende \Il Nilo Fiume\. Die Karten gehören zu einem konsistenten Längensystem und wurden gemeinsam ausgewertet (die Karte mit dem Titel \Mare del Sud\ zeigt nur den Pazifik).

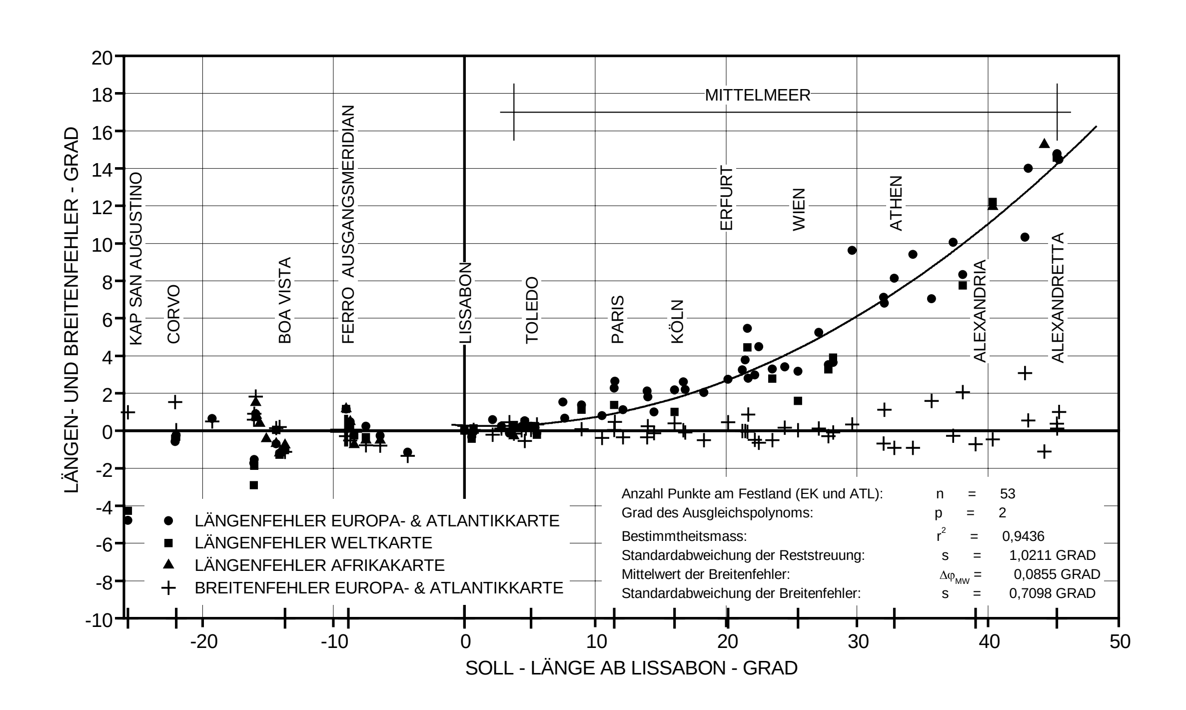


Abb. 4-50: Fehlerverlauf ab dem Bezugsmeridian *Lissabon* in *P. Vincenzo Coronellis* Atlas 'Corso Geografico Universale', 1692, ab dem Ausgangsmeridian *Ferro*

Untersuchungsergebnisse der Karten:

Ausgangsmeridian: Meridian der West-Spitze von *Ferro*, 18°09' westlich von *Greenwich.*, *Alexandria* 60°30', (auf der Karte \Il Nilo Fiume\, der alte Wert von *Ptolemäus* und *Mercator*).

Länge der Mittelmeerachse: zwischen *Gibraltar* und *Alexandretta*: 56°05'

Abbildungsmethode:	\Mare del Nord\:	quadratische Plattkarte
	\Parte Occidentale dell' Europa ...\:	Trapezkarte
	\L'Africa\:	unechter flächentreuer, zylindrischer Netzentwurf nach Sanson-Flamsteed
Äquatormaßstab:	\Mare del Nord\	1 : 21 Millionen
	\Parte Occidentale dell' Europa ...\	ca. 1 : 9 Millionen (Mittel aus Äquator- und Meilenmaßstab)
	\L'Africa\:	1 : 13,3 Millionen

Die beiden Mittelmeerkarten des Atlas

Titel: - \Parte Orientale Del | Mediterraneo | Del | Padre Cosmografo Coronelli. | In Venezia con Priuilegio dell' Ecc. Senato\ und

- \Ristretto Del | Mediterraneo | Composto | Dal P. Maestro Coronelli Cosmografo della | Serenissima Republica de Venezia\

Die beiden Karten gehören zusammen und weisen mit dem Meridian von 53° am Ost- bzw. am West-Rand der Karten einen identischen Zentralmeridian der Projektion auf.

Ausgangsmeridiane:

Verglichen mit den anderen Karten des Atlas liegt die Längengradierung im Mittel von 7 Werten um 10°05' höher und ist damit auf die *Azoren* hin orientiert. Da bei den eigenen und neu gestochenen Karten ein Fehler von etwa 1°25' - bezogen auf *Corvo* - nicht sehr wahrscheinlich ist, scheint *Coronelli* für diese beiden Karten den Meridian der *Azoreninsel Pico* als Ausgangsmeridian verwendet zu haben. Der Fehler beträgt dort nur 20'. Da dies aber ein Einzelfall ist, besteht bis zum Auffinden ähnlicher Werte keine Sicherheit über den Ausgangsmeridian.

Untersuchungsergebnisse der Karten:

Ausgangsmeridian: Wahrscheinlich die Insel *Pico* der *Azoren*, 28°24' westlich von *Greenwich*. Ein Ausgangsmeridian durch diese Insel muß aber erst durch weitere Untersuchungen bestätigt werden.

Abbildungsmethode: kein durchgezogenes Gradnetz, wahrscheinlich Trapezkarte

Maßstab aus Maßstabsleiste (500 Miglie): 1 : 5,3 Millionen

4.9.4 Conv.^{to} Agustino de la Laguna; Karte der *Kanaren*, 1780:

Titel: <Mapa con Planos y Vistar de las Yslas de Canaria ...>, 1780,

Es handelt sich hier um die erste auf den *Kanaren* gedruckte Karte. Sie zeigt nur die Inselgruppe und eignet sich damit nicht zur Aufstellung einer Reihe von Längenfehlern. Sie ist aber insofern interessant, als sie zwei Ausgangsmeridiane zeigt und insgesamt fünf Längenskalen.

Ausgangsmeridiane:

In der Karte sind zwei Ausgangsmeridiane eingezeichnet:

- 'Meridiano de la Ysla del Hierro', er verläuft leicht östlich des Zentrums der Insel *Ferro* und schneidet auch den West-Teil der Insel *Palma* und

- 'Meridiano del Pico de Teyde o de Tenerife' der über den *Pico de Teide* von *Teneriffa* verläuft

Auf diese beiden Meridiane sind die beiden Längenskalen an der südlichen Blattbegrenzung ausgerichtet.

Die nördliche Begrenzung des Kartenblattes zeigt die Längenskalen nach den Ausgangsmeridianen von *Madrid*, *Paris* und *London*. Der Meridian des *Pico* eignet sich besser für einen Vergleich als der Ferromeridian, da letzterer nicht genau definiert ist. Es ergeben sich dabei für den *Pico* folgende Längen: 12°40' westlich von *Madrid*, 18°45' westlich *Paris* und 16°30' westlich von *London*. Die Längenfehler von Madrid und Paris betragen -16' bzw. -14', von *London* aus hingegen nur +1'. Dies zeigt, daß selbst noch 1780 die Lage dieser Inselgruppe nur auf etwa ±0°15' genau bekannt war.

Untersuchungsergebnisse der Karte:

Ausgangsmeridian: Meridian über *Ferro*, 18° westlich von *Greenwich*, Meridian des *Pico* von *Teneriffa*, 16°39' westlich von *Greenwich*, Meridian von *Madrid*, 3°43' westlich von *Greenwich*, Meridian von *London*, 0°10' westlich von *Greenwich*, Meridian von *Paris*, 2°20' östlich von *Greenwich*.

Abbildungsmethode: rechteckige Plattkarte

Äquatormaßstab: 1 : 15,7 Millionen (von Kopie)

5 Diskussion der Untersuchungsergebnisse

5.1 Die Fehler der bisherigen Identifizierung der Ausgangsmeridiane

Die Untersuchungen bestätigten die bereits in Abschnitt 0 angesprochenen Ursachen der bei der Rückrechnung auf die Ausgangsmeridiane von Länderkarten auftretenden Fehler. In zwei Beispielen werden die Zusammenhänge genauer erklärt und der 'wahrscheinlich willkürlich festgelegte Meridian', etwa 20° westlich von *Greenwich*, als Meridian des *Pico de Teide* auf *Teneriffa* identifiziert.

5.1.1 Der Ausgangsmeridian der Weltkarte *Gerhard Mercators* von 1569, berechnet ab dem Meridian von *Wien*

An einem einfachen Beispiel, der Weltkarte <ad usum nauigantium> *Gerhard Mercators* aus dem Jahre 1569, werden die Fehler der bisher üblichen Rückrechnung auf die Ausgangsmeridiane dargestellt. In der Weltkarte *Gerhard Mercators* liegt *Wien* auf einer Länge von 41°45' östlich von *Boa Vista*. Da der SOLL-Wert von *Wien* 16°22' östlich von *Greenwich* ist, sollte der Ausgangsmeridian, nach einer einfachen Rückrechnung und ohne Berücksichtigung des Fehlerverlaufs, auf der Länge 16°22' - 41°45', also bei -25°23' (westlich von *Greenwich*) zu finden sein.

Dies wäre für alte Karten keine unwahrscheinliche Festlegung des Ausgangsmeridians, da diese Länge etwa der West-Spitze der westlichsten Insel der *Kap Verden, San Antonio,* entspricht. Der Meridian von *San Antonio* hatte insofern Bedeutung, als von ihm aus auf die 1494 im Vertrag von *Tordesillas* festgelegte Teilungslinie zwischen Portugal und Spanien berechnet wurde (s. Abschnitt 2.1). Auch die West-Spitze der Insel *Santa Maria* der *Azoren* liegt mit 25°10' westlich von *Greenwich* fast auf diesem Meridian. Diese Insel wurde früher oft als mit *Boa Vista* auf einem Meridian liegend angenommen. *Christopher Saxton* verwendete den Meridian von *Santa Maria* als Ausgangsmeridian für seine Karte Englands (s. Abschnitt 4.9.1).

Wie Reproduktion 4-12 im Anhang zeigt, verlief der Ausgangsmeridian der Weltkarte *Gerhard Mercators* aber über die drei östlichsten Inseln der *Kap Verden* und *Azoren*, die auch er als auf einer Länge liegend annahm. Er legte sich jedoch in einer Textkartusche ausdrücklich auf den Ausgangspunkt der Längenzählung durch die östlichsten Inseln der *Kap Verden* fest (s. Abschnitt 4.4.2.3). *Mercator* unterschätze aber den Längenunterschied zwischen *Boa Vista* und *Lissabon* um 32' und überschätzte die Länge *Wien*s bezogen auf *Lissabon* um 3°05', was in Summe zu einer positiven Abweichung von 2°33' führt. Subtrahiert man diese 2°33' von der SOLL-Länge *Boa Vista*s von -22°50' so erhält man *Mercators* fiktive Länge des Ausgangsmeridians von *Boa Vista* von -25°23' westlich von *Greenwich* als Ausgangsmeridian für die Berechnung ab dem Meridian von *Wien*.

5.1.2 Die Ausgangsmeridiane der Welt- und Erdteilkarten im Atlas von *Frederick de Wit*, nach 1670

Ein mit den bisherigen Methoden häufig bestimmter Ausgangsmeridian in verschiedenen Varianten liegt etwa zwischen 19°30' und 20°30' westlich von *Greenwich*. Ohne feststellbare Fixierung verläuft er zwischen *Boa Vista* und *Ferro* durch den Atlantik. Wie *Hans Kleinn* zeigte, laufen diese Meridiane nur über *Island*, das sich von 13°32' bis 24°29' westlich von *Greenwich* erstreckt aber eben durch diese Ost/West Ausdehnung für die Festlegung eines Ausgangsmeridians nicht geeignet ist. *Kleinn* nimmt an, daß es sich entweder um grobe Fehlrechnungen oder um eine willkürliche Festlegung handelt. Bei so erfahrenen Kartographen, wie *Frederick de Wit* (1630-1706), *Justus Danckerts* (1635-1701) und *Johann Baptist Homann* (1664-1724), die diesen Meridian verwendeten, glaubt er aber eher an die zweite Möglichkeit [KLEINN 1981].

Dieser Meridian wird auch im Lexikon zur Geschichte der Kartographie als 'vermutlich willkürlich' angeführt [STAMS 1986, S. 549]. Bei näherem Zusehen und der Verfolgung durchgehender Datenreihen in dem nicht datierten Atlas von *Frederick de Wit* aus den Jahren 1670/1690 und dem Atlas *Christoph Weigels d. Ä.* (1654-1725) aus dem Jahre 1720 stellen sich diese Meridiane jedoch als der Meridian des *Pico de Teide* auf *Teneriffa* heraus. Dieser Meridian war damals eine häufig verwendete Ausgangslinie der Längenzählung. Es handelte sich in diesen Fällen nur, verglichen z. B. mit jenem des Atlas von *Blaeu* 1663, um einen anderen Fehlerverlauf. Die Ansicht, daß der Ausgangsmeridian willkürlich angenommen sei, rührt daher, daß die Längendifferenz zwischen dem *Pico de Teide* und *Lissabon* in diesem Fall etwas überschätzt wurde und daher nicht, wie bis dahin, durch negative Werte die positiven Festlandsfehler ausgleichen konnte. Dadurch kommt bei einer Rückrechnung, welche diesen Fehlerverlauf nicht berücksichtigt, der Ausgangsmeridian zu weit westlich, genau zwischen den *Kanaren* und *Kap Verden*, zu liegen.

Die Längenwerte der Weltkarte *de Wit*s (Anhang, Tabelle 5-1) zeigen, daß der Ausgangsmeridian durch den *Pico de Teneriffa* festgelegt war. In der Europakarte nahm *de Wit* die Länge der Mittelmeerachse mit etwa 55°30' an, ein Wert den später auch *Homann* und *Seutter* verwendeten. In seiner Weltkarte verbesserte *de Wit* die Längenwerte nicht nur in West- und Mitteleuropa sondern über den ganzen Längenbereich des Mittelmeers, dessen Achse nur noch eine Länge von 49°10' aufweist. Diese Verhältnisse sind in den Fehlerverlaufsdiagrammen der Abbildungen 4-24 und 4-25 in Abschnitt 4.5.7 dargestellt. Der Vergleich der Diagramme zeigt den beträchtlicher Unterschied, der zwischen den beiden Darstellungen Europas besteht.

Am Beispiel des Atlas von *Frederick de Wit* wird für seine Welt- und Erdteilkarten der Ausgangsmeridian für die Städte *Paris* und *Wien* ohne Berücksichtigung des Fehlerverlaufs berechnet und den Ergebnissen dieser Untersuchung gegenübergestellt. Die Abbildung 5-1 zeigt im oberen Teil als gestrichelte Linie die SOLL-Werte ab dem *Pico de Teneriffa*. Die IST-Längenwerte beider Karten liegen für *Paris* und *Wien* über der SOLL-Linie, die Differenz zu dieser Linie entspricht ihrem Längenfehler. Wird nun z. B. von der Länge *Wien*s auf der Europakarte auf den Ausgangsmeridian zurückgerechnet, so ergibt sich folgendes Bild: *Wien* ist mit 36°50' in der Europakarte eingetragen und liegt 16°22' östlich von *Greenwich*. Der Ausgangsmeridian liegt also, ohne Berücksichtigung des Fehlerverlaufs, bei 36°50' - 16°22' = 20°28' westlich von *Greenwich* und kommt damit 3°49' westlich des *Pico de Teide* von *Teneriffa* zu liegen. Das entspricht dem Längenfehler von *Wien* in der Europakarte, da der SOLL-Wert von *Wien* ab dem *Pico de Teneriffa* 16°39' + 16°22' = 33°01' beträgt. Mit 20°28' westlich von *Greenwich* kommt dieser Meridian aber, wie im unteren Teil von Abbildung 5-1 gezeigt wird, fast genau in der Mitte zwischen *Ferro* und *Boa Vista* zu liegen und ist damit der 'wahrscheinlich willkürlich' angenommene Ausgangsmeridian.

Der Wert für die Weltkarte mit 34°10' für *Wien* führt nach dem gleichen Rechnungsgang zu einem Meridian von 17°48' westlich von *Greenwich*, verläuft also nur etwa 5' östlich der Ostspitze von *Ferro* bzw. 8' westlich des allgemein verwendeten Ferromeridians nach der Definition von *G. Delisle* (17°40' westlich von *Greenwich* bzw. 20° westlich von *Paris*) durch das Meer. Eine Identifizierung als ein Ferromeridian ist fast sicher. Bei der Rückrechnung der Längenwerte von *Paris* ergibt sich ein ähnliches Bild, nur sind die Längenfehler - da *Paris* weiter im Westen liegt - etwas geringer, was auch eine geringere West-Verschiebung des fiktiven Ausgangsmeridians zur Folge hat.

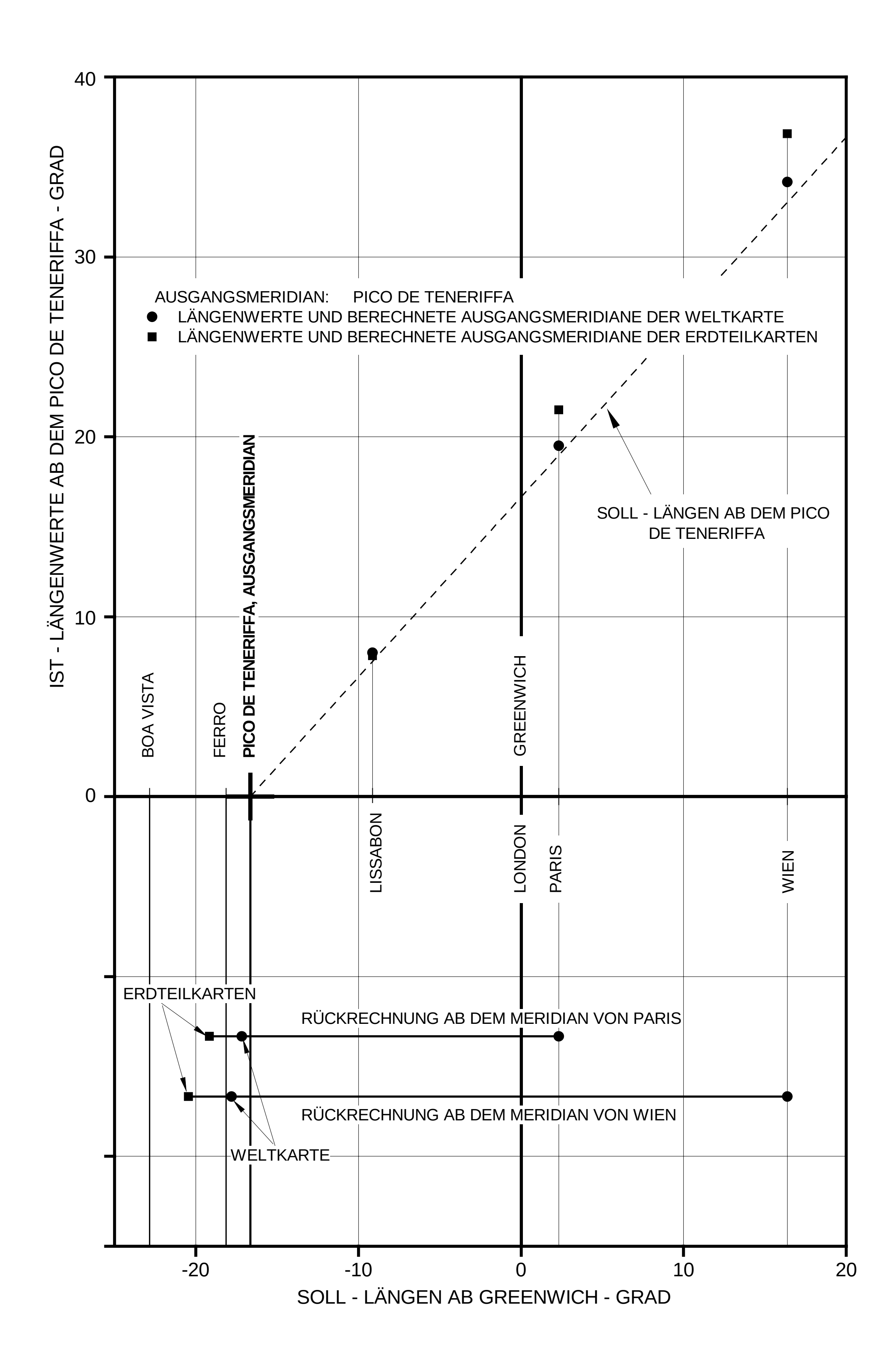


Abb. 5-1: Rückrechnung auf den Ausgangsmeridian von den Längenwerten der Städte *Paris* und *Wien* ohne Berücksichtigung des Verlaufes der Längenfehler am Beispiel des Atlas von *Frederick de Wit.*

5.2 Überblick über die Veränderungen der Fehlerkennzahlen während des Zeitraums der Untersuchung

Um einen Überblick über die Entwicklung einiger kennzeichnender Werte für die Genauigkeit der Karten und Tabellen vom 16. bis zu Beginn des 19. Jahrhunderts zu erhalten, wurden vier Kennzahlen bestimmt und über der Zeitachse aufgetragen. Der fünfte Kennwert stellt eine Zusammenfassung der vier Einzelkennwerte dar. Die entsprechenden Zahlenwerte sind in Tabelle 3-3 im Anhang zu finden. Da die Tabelle aber nur jene Quellen erfaßt, bei denen alle vier Kennwerte und damit die Gesamtfehlerkennzahl bestimmt werden konnten, zeigen die Diagramme auch Werte, die nicht in der Tabelle 3-3 enthalten sind. Die Tabellenwerte des ‹Codex Latinus› von *Cl. Ptolemäus* wurden in der Mitte des 15. Jahrhunderts in die Diagramme eingetragen. Es zeigte sich, daß Verbesserungen meist nicht kontinuierlich sondern eher in Stufen vor sich gingen, und es manchmal lange dauerte, bis sich die besseren Werte durchsetzten. Die Berechnung der Kennzahlen ist in Abschnitt 3.6 erläutert.

5.2.1 Kennzahl k_1: die Längenfehler der Mittelmeerachse

Die Verkürzung der Längsachse des Mittelmeers von den ptolemäischen 62° auf den SOLL-Wert von 41°29' läßt, wie die Abnahme des Fehlers in Abbildung 5-2 zeigt, zeitlich drei Stufen erkennen, die sich jedoch weitgehend überlappen. Die Geographie des *Ptolemäus* wirkte bis weit in das 18. Jahrhundert hinein nach, obwohl schon wesentlich bessere Werte zur Verfügung standen. Der späteste Punkt dieser Gruppe stammt aus der 'Geographia Generalis' von *Bernhard Varenius,* die erstmals 1650 erschien, deren geographische Tabelle aber unverändert, zumindest bis 1715, nachgedruckt wurde /VARENIUS 1664/. Erste Verringerungen des Längenfehlers um etwa 10° lassen sich bereits gegen Ende des 15. Jahrhunderts in den Alfonsinischen Tafeln und zu Beginn des 16. Jahrhunderts bei *Johannes Ruysch* feststellen. *Martin Waldseemüller* verkürzte die Länge 1516 sogar auf 6° unter den SOLL-Wert. Im allgemeinen wurde jedoch der Wert des *Ptolemäus* weiter verwendet.

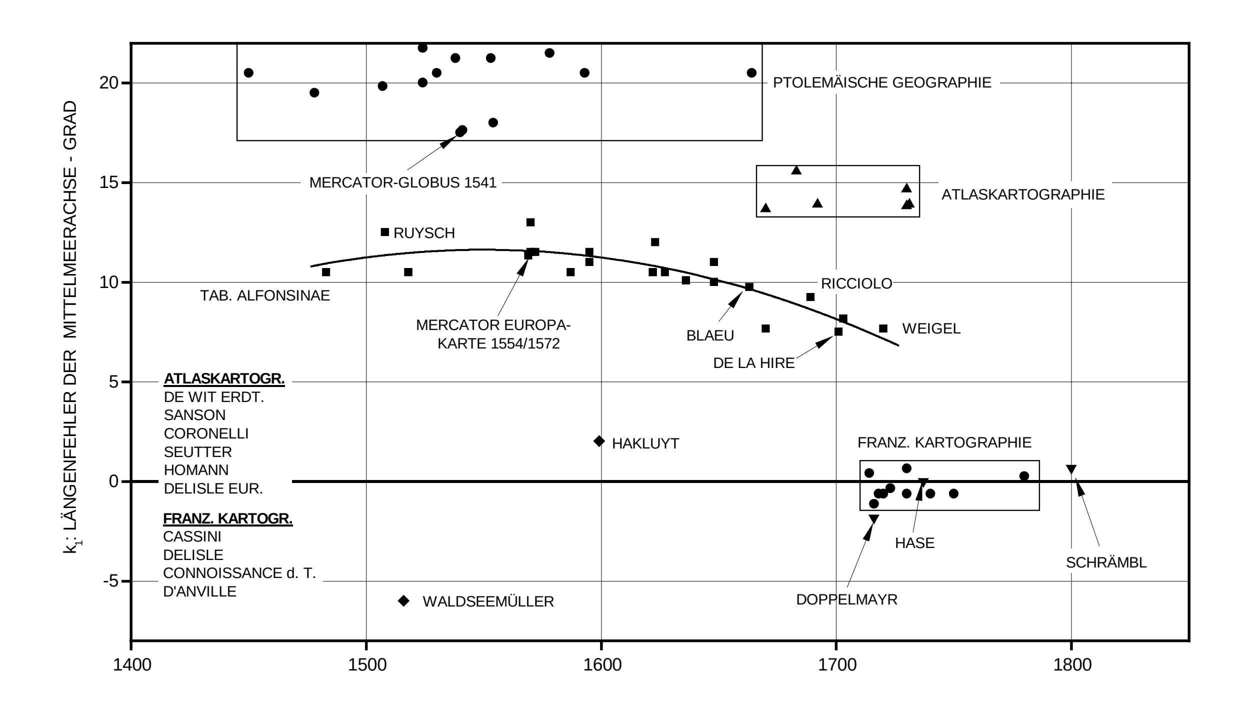


Abb. 5-2: **Kennzahl k_1:** die Längenfehler der Achse des Mittelmeers in verschiedenen Atlanten, Karten und Tabellen.

Eine Änderung dieser Situation erfolgte erst mit dem Auftreten *Gerhard Mercators*. Die Weltkarte von 1538 und der Globus von 1541 stehen noch in der ptolemäischen Tradition. *Mercator* verkürzte jedoch in seiner Europakarte von 1554, neu aufgelegt 1572 unter dem Titel <Europæ descriptio>, die Längsachse des Mittelmeers auf 53°. Da diese Karte und die Weltkarte <ad usum nauigantium> von 1569 alle vorhandenen Karten an Genauigkeit weit übertrafen, reichte der Ruf *Mercators* aus, diese Länge unter den Kartographen durchzusetzen. In den folgenden 100 Jahren verringerte sich der Längenfehler *G. Mercators*, auf den schon *W. J. Blaeu* in einem Brief an *W. Schickhart* 1634 hingewiesen hatte, langsam auf etwa 8°. Ein Sonderfall ist die Weltkarte *R. Hakluyts* von 1599, die das Mittelmeer mit einem Längenfehler von nur noch 2° zeigt. Sie war offenbar zur Verwendung durch Seeleute bestimmt, da in ihr fast ausschließlich Hafenstädte eingetragen sind und hatte keine Auswirkungen auf die zeitgenössische Kartographie.

Mit den von der *Paris*er Akademie der Wissenschaften veranlaßten astronomischen Längenbestimmungen im östlichen Mittelmeer durch *Jean-Mathieu de Chazelles* (1657-1710), er stellte 1694 die Länge von *Alexandretta*, bezogen auf *Paris* mit nur 7' Fehler fest, war das Problem im Prinzip gelöst. Bis 1716 werden allerdings in den ‹Connoissance des Temps› nur die Längenwerte von *Jerusalem* mit 33°30' und *Aleppo* mit 35° östlich von *Paris* angeführt. Erst 1718 tritt *Alexandretta* mit 34° östlich von *Paris* - SOLL 33°48' - in der Tabelle auf. Die Berechnung der Kennzahl k_1 ist in Abschnitt 3.6.1 beschrieben.

5.2.2 Kennzahl k_2: die Längenfehler Mitteleuropas zwischen *Paris* und *Belgrad*

Die Rücknahme der Längsachse des Mittelmeers erfolgte nicht linear über den ganzen Längenbereich. In Einzelfällen, wie z. B. bei *J. Kepler* oder *W. J. Blaeu* ist eine starke Verbesserung der Längenwerte Mitteleuropas festzustellen, denen aber ein starker Anstieg der Fehler zum alten Wert *Mercators* gegen das Ende des Mittelmeers hin folgte. Aus diesem Grund wurde, wie in Abschnitt 3.6.2 beschrieben, der durchschnittliche Längenfehler für den Bereich zwischen *Paris* und *Belgrad* zusätzlich ermittelt.

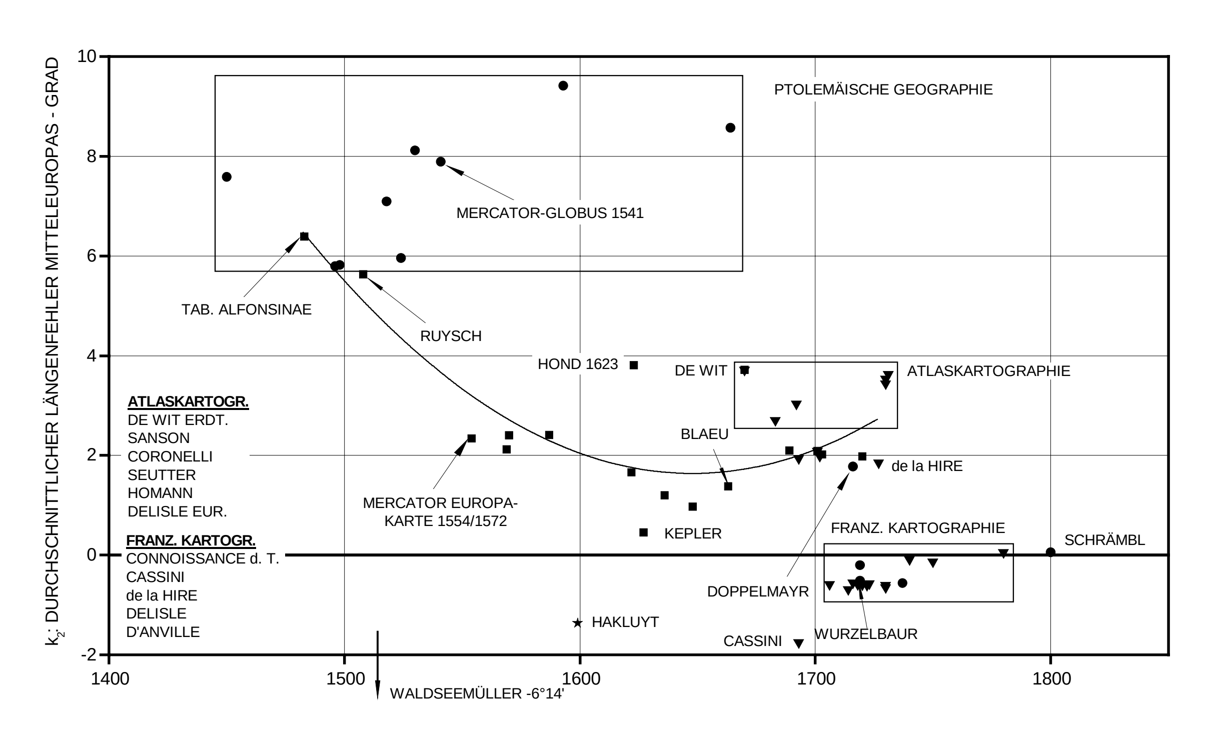


Abb. 5-3: **Kennzahl k_2:** die durchschnittlichen Längenfehler des Bereichs zwischen *Paris* und *Belgrad*.

Im großen und ganzen folgen die in Abbildung 5-3 gezeigten Ergebnisse denen der Rücknahme der Längsachse des Mittelmeers. Zum Teil wird eine starke Verbesserung im mitteleuropäischen Bereich allerdings durch einen atypisch großen Längenfehler von *Lissabon*, dem Bezugsmeridian der Untersuchung, überdeckt. Vergleicht man nämlich die Darstellung Mitteleuropas, auf *Paris* bezogen, bei *Kepler* und *Blaeu*, so ergibt sich kaum ein Unterschied. In Abbildung 5-3 zeigt *Blaeu* jedoch einen um fast ein Grad höheren durchschnittlichen Längenfehler. Die Ursache liegt darin, daß sowohl *Kepler* zwischen *Lissabon* und *Paris* nur einen Längenfehler von 2' aufweist, während *Blaeu* diese Längendifferenz um 52' zu hoch annimmt.

Seit den 1627 erschienenen ‹Tabulæ Rudolphinæ› von *Johannes Kepler* standen für den mitteleuropäischen Bereich ausreichend genaue Längenangaben zur Verfügung. Mit der Herausgabe der auf *Paris* bezogenen Ephemeriden der ‹Connoissance des Temps› durch die königliche Akademie der Wissenschaften wurden die Längenwerte noch verläßlicher. Während die Jahrbücher von 1683 und 1689 nur den Längenbereich von *Brest* bis *Rom* abdecken, erweitert sich dieser Bereich 1693 auf *Lissabon* bis *Istanbul*. 1702 wurden die Werte für *Ferro*, das *Kap Verde* und *Alexandria* aufgenommen und 1706 *Jerusalem* und *Aleppo*. *Alexandretta*, am Ost-Ende des Mittelmeers, erschien 1718. Damit stand ein weitgehend fehlerfreies Gerüst für die Längenwerte Mitteleuropas zur Verfügung.

5.2.3 Kennzahl k_3: die Längenfehler *Ferro*s, bezogen auf *Lissabon*

Um einen Überblick über die atlantischen Längenverhältnisse zu erhalten, wurden die Längenfehler *Ferro*s, bezogen auf *Lissabon*, in Abbildung 5-4 dargestellt. Die Berechnung der Kennzahl k_3 ist in Abschnitt 3.6.3 beschrieben. Die Längenfehler *Ferro*s wurden gewählt, da diese Insel auf fast allen Karten und in den Tabellen aufscheint. Außerdem wären die atlantischen Längenfehler der verschiedenen Ausgangsmeridiane kaum zu vergleichen.

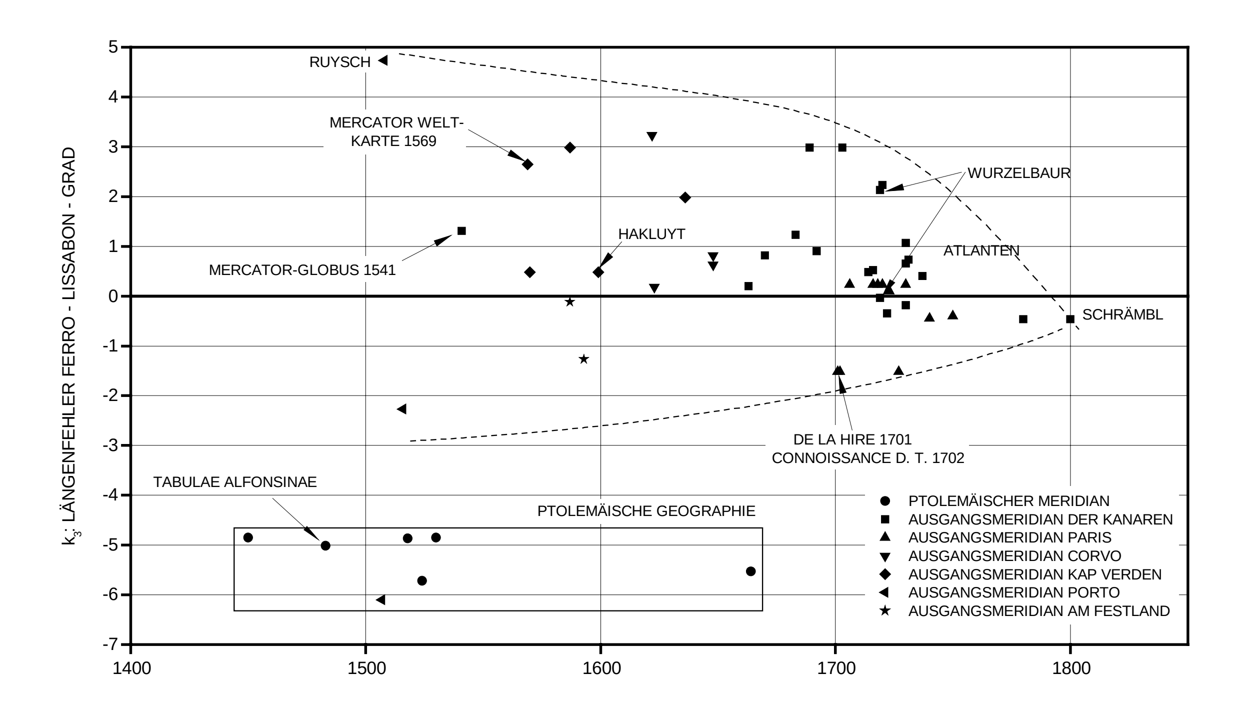


Abb. 5-4: **Kennzahl k_3:** die Längenfehler *Ferro*s, bezogen auf *Lissabon*.

Die Längenfehler *Ferro*s schwanken zu Beginn des 16. Jahrhunderts um ±5° und verbessern sich nur sehr langsam. Auch zu Beginn des 18. Jahrhunderts liegen die Fehler noch zwischen -1°30' und 3°30'. Sieht man vom ptolemäischen Längenfehler von -5° ab, so zeigt das Diagramm zwar ein deutliches Überwiegen der positiven Längenfehler, doch treten auch immer wieder Unterschätzungen der Längendifferenz auf. Die Verteilung der Fehler läßt nur erkennen, daß seit Beginn des 18. Jahrhunderts, dank des Wirkens der *Paris*er Akademie der Wissenschaften, realistische Werte für den Abstand *Ferro*s vom Festland verfügbar waren.

Es muß allerdings auch festgestellt werden, daß im 18. Jahrhundert ein Teil des Längenfehlers von *Ferro* auf die willkürliche Festlegung des Längenunterschieds zwischen *Paris* und *Ferro* durch *G. Delisle* zurückzuführen ist. Diese Festlegungen wurden, da keine verläßlichen Werte verfügbar waren, im vollen Bewußtsein ihrer Willkürlichkeit getroffen. Die Tabellen der ‹Connoissance des Temps› gehen erst zwischen 1730 und 1740 von dem von *G. Delisle* festgelegten Längenunterschied von 20° ab und verkürzen den Längenunterschied noch weiter auf 19°51'30" (1740) und 19°54'15" (1750). Die tatsächliche Länge der West-Spitze von *Ferro,* der *Punta Orchilla,* ist 20°29' westlich von *Paris*.

5.2.4 Kennzahl k_4: die Standardabweichungen der IST-Längenwerte um ihre Ausgleichspolynome als Maß der lokalen Fehler

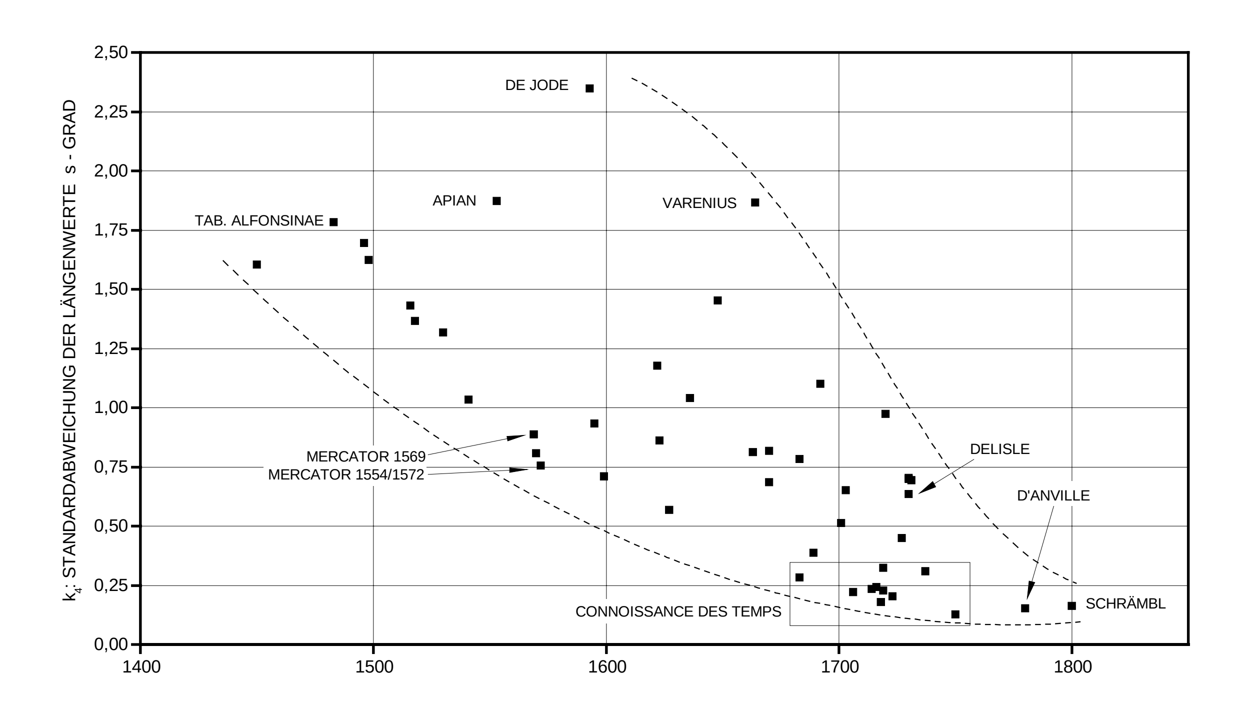


Abb. 5-5: **Kennzahl k_4:** die Standardabweichung der Längenwerte um die Ausgleichspolynome Mitteleuropas als Maß für die Größe der lokalen Fehler.

Die Ausgleichspolynome der Längenwerte des Festlands, zwischen *London* und *Iraklion (Candia),* zeigen die alten Annahmen über die Längenverhältnisse in diesem Bereich. Die Differenz zwischen den Ausgleichspolynomen und den SOLL-Werten ab dem jeweiligen Ausgangsmeridian zeigt den systematischen Längenfehler der alten Annahmen. Diese Ausgleichspolynome erlauben es auch, die individuellen Längenfehler der Ortspositionen getrennt zu erfassen. Diese lokalen Längenfehler treten als Reststreuung um die Ausgleichspolynome auf und sind um diese normalverteilt. Es ist zu erwarten, daß 68,3 % der Werte innerhalb der Grenzen ±s liegen werden (s. Abschnitt 3.2.3, Gleichung 3-16). Während die Ausgleichspolynome also den großräumigen

Trend der Längenfehler zeigen, stellen die Reststreuungen die individuellen, lokal auftretenden Längenfehler dar.

Wie Abbildung 5-5, zeigt fallen diese individuellen Längenfehler erst zu Beginn des 18. Jahrhunderts unter 1° und gehen ab der Mitte des Jahrhunderts gegen Null. Die Berechnung der Kennzahl k_4 ist in Abschnitt 3.6.4 beschrieben.

5.2.5 Gesamtkennzahl K:

Die zusammenfassende Gesamtkennzahl K^*_i ist die Summe der normierten Einzelkennzahlen $k^*_{1,i}$ bis $k^*_{4,i}$. Sie ist ein Maß für die Güte einer Karte in einer Gruppe von untersuchten alten Landkarten oder Positionstabellen. Die Berechnung dieser Kennzahl findet sich in Abschnitt 3.6.5; sie wird nach den Gleichungen 3-27 und 3-28 durchgeführt. Abbildung 5-6 zeigt die Änderungen dieser Kennzahl über den Untersuchungszeitraum. Die Einzelwerte der Kennzahlen und die Gesamtkennzahl zeigt Tabelle 3-3 im Anhang für alle Quellen, bei denen alle vier Einzelkennzahlen $k_{1,i}$ bis $k_{4,i}$. bestimmt werden konnten.

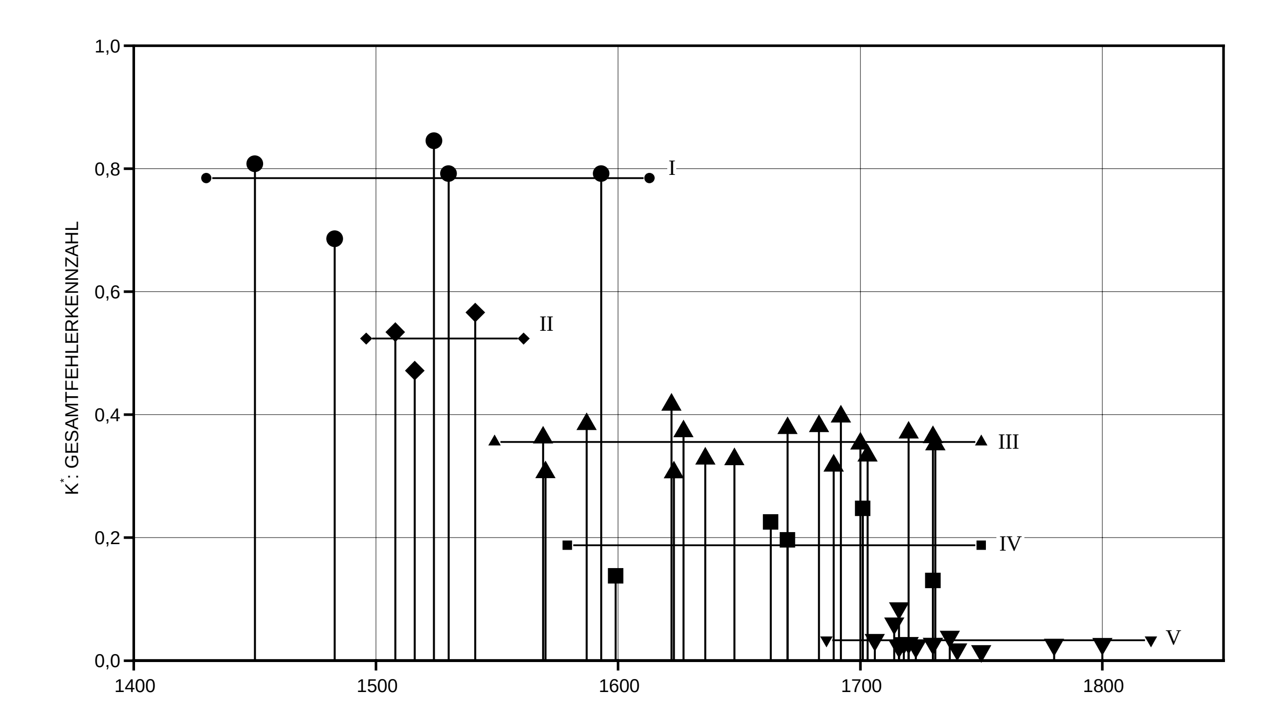


Abb. 5-6: **Gesamtkennzahl K^*_i:** Zusammenfassung der normierten Einzelkennzahlen $k^*_{1,i}$ bis $k^*_{4,i}$.

In der Abbildung 5-6 lassen sich fünf Gruppen von Karten und Tabellen erkennen, die sich in ihrer Genauigkeit der Darstellung des Untersuchungsgebietes deutlich unterscheiden. Diese Gruppen wurden in Abbildung 5-6 mit den Ziffern I bis V bezeichnet.

I Tabellen und Karten der ptolemäischen Geographie. Die ‹Tabulae Alfonsinae› von 1483 zeigen bereits eine leichte Verbesserung, die aber nur auf die Verkürzung der Längsachse des Mittelmeers zurückgeht.

II diese Gruppe zeigt die Verhältnisse bei den Karten von *Johannes Ruysch*, 1508, *Martin Waldseemüller* von 1516 und des Mercator-Globus von 1541. Die Veränderungen gegenüber der ptolemäischen Geographie sind in dieser Gruppe unterschiedlich angelegt, doch zeigen sich in Summe deutliche Verbesserungen.

III hier handelt es sich um die von *Gerhard Mercator* stammenden Vorstellungen über die Längenverhältnisse im Untersuchungsbereich, wie sie in seiner Weltkarte von 1569 festgelegt waren. Die letzten Karten dieser Gruppe befinden sich in *Johann Baptist Homanns* 'Atlas Novus' der zwischen 1731 und 1742 gedruckt wurde.

IV Diese Verbesserungen der Vorstellungen *Gerhard Mercators* begannen mit der Weltkarte von *R. Hakluyt* und *E. Wright* von 1599 und reichen bis zur Weltkarte von *G. Delisle* von 1720.

V Karten und Tabellen der modernen Geographie, beginnend mit dem Jahrgang 1706 der ‹Connoissance des Temps›

5.3 Vergleich der Fehlerverlaufskurven

Der Verlauf der Längenfehler zwischen *Lissabon* und dem Ost-Ende des Mittelmeers eignet sich gut, um die Fortschritte in der Darstellung dieses Gebietes festzustellen. Dabei ist zu beachten, daß diese Darstellung auf den Meridian von *Lissabon* bezogen ist und daher die Fehler der atlantischen Längen nicht berücksichtigt. Eine Rückrechnung auf die Ausgangsmeridiane ist allein mit diesen Daten nicht möglich.

Die Fehlerverläufe werden nachfolgend jeweils in Gruppen zusammengefaßt, wobei die dazugehörigen Einzelinformationen auf der beigelegten CD 'Auswertungen' zu finden sind. Zur besseren Vergleichbarkeit werden auch charakteristische Fehlerverläufe anderer Gruppen in den Diagrammen mit abgebildet. Bei einem Vergleich der Diagramme ist die unterschiedliche Skalierung der Ordinaten zu beachten.

5.3.1 Die Fehlerverlaufskurven der Ptolemäischen Ausgangsmeridiane

Die Fehlerverläufe dieser Gruppe sind mit jenem der ‹Alfonsinischen Tafeln› in Abbildung 5-7 zusammengestellt. Sie unterscheiden sich zwar etwas in ihren absoluten Werten, doch ist der Verlauf charakteristisch für *Ptolemäus* und seine Nachfolger.

Die charakteristischen Eigenschaften der ptolemäischen Geographie lassen sich folgend zusammenfassen:

- der Ausgangsmeridian befindet sich 60°30' westlich von *Alexandria* bei den *Insulae Fortunatae*. Er wurde für diese Untersuchung mit 1° westlich der *Kanareninsel Ferro*, d. h. auf 19° westlich von *Greenwich* festgelegt (s. Abschnitt 4.1).
- *Lissabon* hat die IST-Länge von etwa 5°10', - SOLL: 9°52'
- zwischen den Meridianen von *Lissabon* und *Gibraltar* liegen 2°20', SOLL: 3°47'
- zwischen den Meridianen von *Gibraltar* und *Alexandria* liegen 53°, SOLL: 35°16'
- zwischen den Meridianen von *Alexandria* und *Alexandretta* (*Iskenderun)* liegen 9°, SOLL: 6°13'
- die Standardabweichung der Längenfehler liegt etwa zwischen 1°20' und 2°20'
- die IST-Länge der Mittelmeerachse zwischen *Gibraltar* und *Alexandretta* liegt bei 62°
- der Fehlerverlauf zwischen *Lissabon* und dem Ende des Mittelmeers ist weitgehend linear.

5.3.2 Der Fehlerverlauf der ‹Alfonsinischen Tafeln›

Der Fehlerverlauf der ‹Alfonsinischen Tafeln› ist in Abbildung 5-7 jenem der ptolemäischen Geographie gegenübergestellt. Der Unterschied ist für den östlichen Teil des Untersuchungsgebiets deutlich zu erkennen. Charakteristisch für die vorliegende Ausgabe der ‹Alfonsinischen Tafeln› von *E. Radolt,* 1483 und *P. Liechtenstein,* 1518 sind folgende Punkte:

- der Ausgangsmeridian befindet sich wie bei *Ptolemäus* 1° westlich der *Insulae Fortunatae*, d. h. auf 19° westlich von *Greenwich*. Im Gegensatz zu *Ptolemäus* liegt *Alexandria* aber nicht mehr auf 60°30' sondern auf 51°20' Ost.

- nur der westliche Teil Europas deckt sich mit der ptolemäischen Geographie
- ab etwa der Länge von *Nürnberg* vergrößert sich der Längenfehler nicht mehr
- die Standardabweichung der Längenfehler ist sehr hoch und liegt bei 1°48'
- die IST-Länge der Mittelmeerachse zwischen den Meridianen von *Ceuta* und *Damaskus* beträgt 52°

5.3.3 Die Fehlerverlaufskurven bei *Mercator* und ihre Verschlechterung in verschiedenen Atlanten des 17. Jahrhunderts

Die Fehlerverläufe *Mercators* und seiner Nachfolger sind in Abbildung 5-8 dargestellt. Zum Vergleich ist auch noch der Fehlerverlauf bei *Cl. Ptolemäus* in das Diagramm eingetragen. Charakteristisch für diese Gruppe von Karten sind folgende Punkte:

- die Ausgangsmeridiane sind durch verschiedene Inseln im Atlantik festgelegt; *Corvo*, *Azoren*, *Boa Vista*, *Kap Verden* und *Palma* sowie *Teneriffa* in den *Kanaren*
- in Westeuropa ist der Anstieg der Längenfehler geringer als im östlichen Mittelmeerraum
- die Standardabweichung der Längenfehler ist in den beiden großen Karten *Mercators* mit unter 0°40' am geringsten und steigt dann bei seinen Nachfolgern wieder auf bis auf etwas weniger als 1° an
- die IST-Länge der Mittelmeerachse beträgt bei *Mercator* ca. 53° und schwankt bei den verschiedenen späteren Kartographen zwischen 53° und 56°, ein Wert, den *Homann* und *Seutter* noch 150 Jahre nach *Mercator* verwendeten
- die in dieser Gruppe dargestellten Fehlerverläufe verschlechtern die Werte *Mercators* bis zur Mitte des 17. Jahrhunderts
- die Weltkarte von *Johannes Ruysch* von 1508 ist, wie bereits erwähnt, ein Sonderfall, der auf die zeitgenössische Kartographie keinen erkennenswerten Einfluß ausübte (s. Abschnitt 4.3.2).

5.3.4 Die Verbesserung der Fehlerverläufe gegenüber *Mercator* bis gegen Ende des 17. Jahrhunderts

Die Gruppe dieser Karten und Tabellen, deren Verlauf der Längenfehler in Abbildung 5-9 dargestellt ist, zeigt sehr unterschiedliche Tendenzen. Obwohl von den individuellen Längenfehlern *Lissabon*s stark beeinflußt, wird West- und Mitteleuropa bis etwa zur Länge *Wien*s meist besser als bei *Mercator* dargestellt. Es ist wahrscheinlich, daß diese Darstellungen weitgehend von den ‹Tabulæ Rudolphinæ› von *J. Kepler* aus dem Jahre 1627 beeinflußt wurden. Die Ortstabelle dieser Ephemeriden stellte die Längenverhältnisse zwischen *Lissabon* und *Wien* bereits weitgehend fehlerfrei dar. Östlich von *Wien* steigen die Fehlerverläufe dann allerdings steil an und zeigen am Ost-Ende des Mittelmeers den alten Fehler *Mercators* von etwa +12°. Die Tabellen *Ricciolis* (1689) und *Scherers* (1703) sowie die Weltkarte *de Wit*s zeigen einen gleichmäßigeren Fehlerverlauf als *Kepler* und verkürzen die Längsachse des Mittelmeers auf etwa 50°.

Ein Sonderfall ist die Weltkarte *R. Hakluyts* aus dem Jahre 1599, bei der die Längen Mitteleuropas bis etwa *Saloniki* unterschätzt werden, und die am Ost-Ende des Mittelmeers nur einen Längenfehler von +1° aufweist. Praktisch gleichzeitig mit dieser Karte erschien im Atlas *de Jodes* von 1593 eine Karte der nördlichen Hemisphäre, die noch voll in der ptolemäischen Tradition steht.

Charakteristisch für diese Gruppe von Karten sind folgende Punkte:

- weitgehend flache Fehlerverläufe zwischen *Lissabon* und *Wien*
- steiler Anstieg der Fehler von *Wien* bis zum Ost-Ende des Mittelmeers auf den alten Fehlerbetrag *Mercators* von +12°.
- bei einigen Kartographen beträgt der Längenfehler der Achse des Mittelmeeres nur mehr 7° bis 8°.

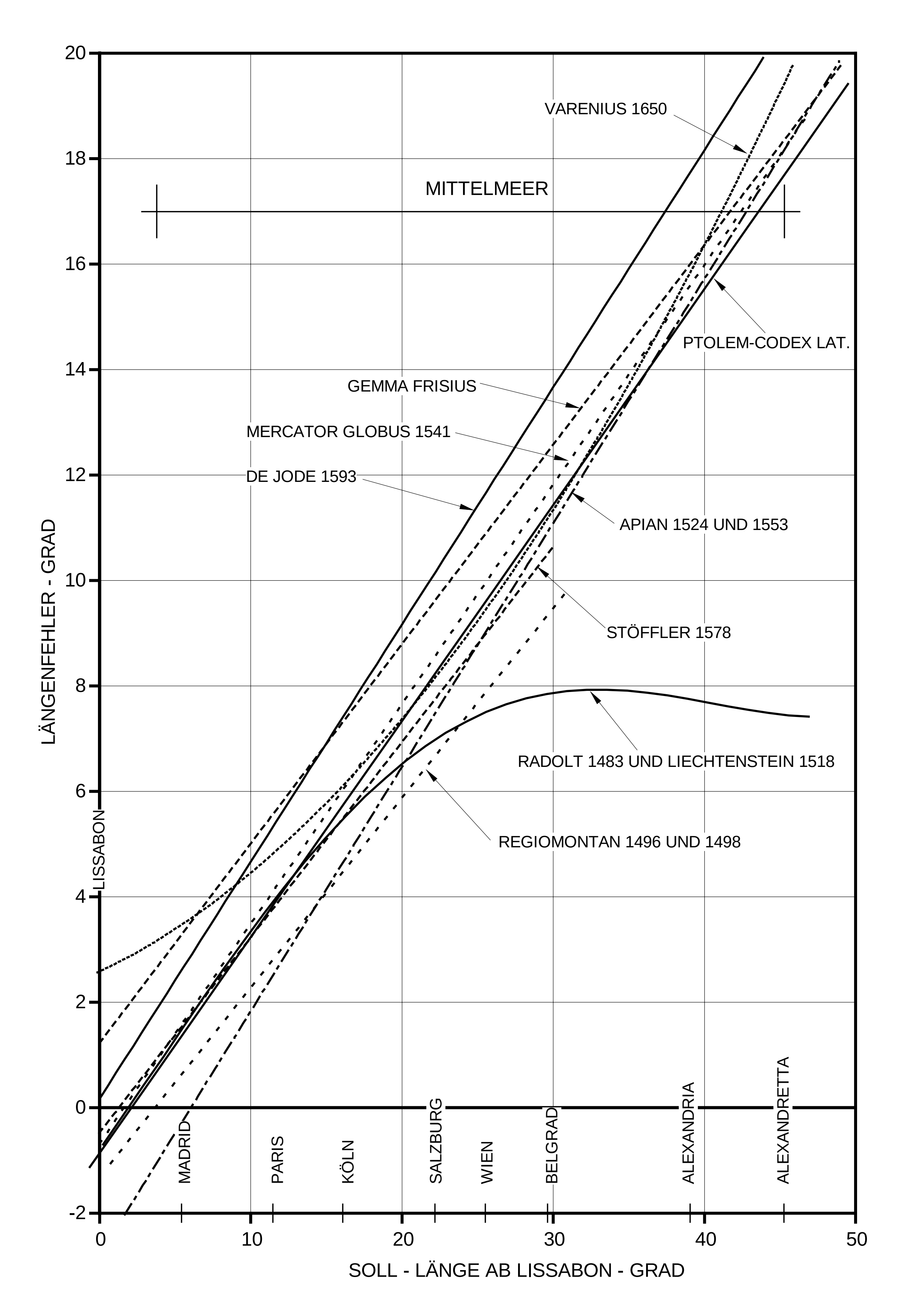


Abb. 5-7: Vergleich der Längenfehlerverlaufskurven in der ptolemäischen Geographie und in den ‹Alfonsinischen Tafeln›. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

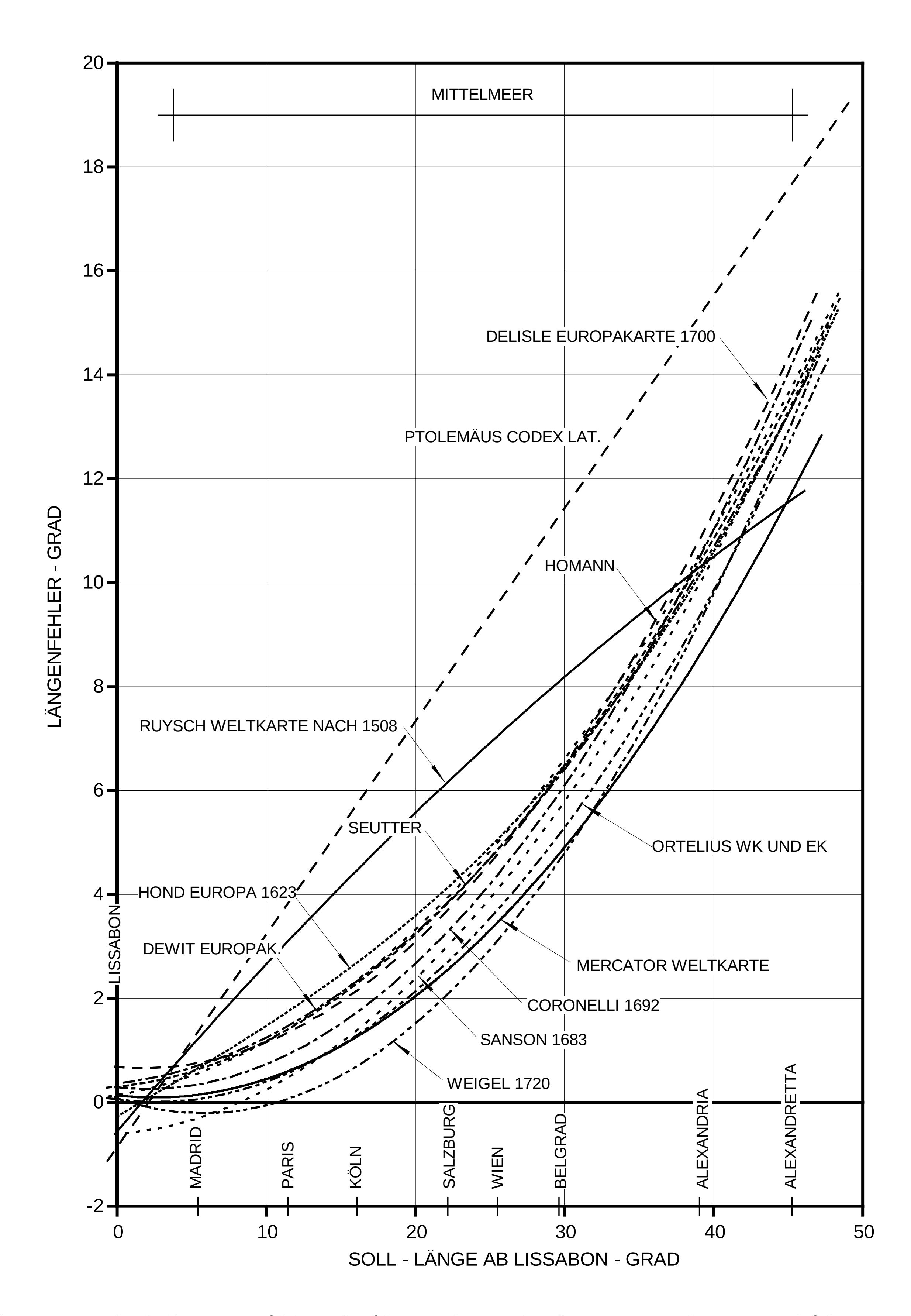


Abb. 5-8: Vergleich der Längenfehlerverlaufskurven bei *Gerhard Mercator* und seinen Nachfolgern sowie bei *J. Ruysch* 1508. Zum Vergleich, Längenfehler bei *Ptolemäus*, ‹Codex Latinus›. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon.*

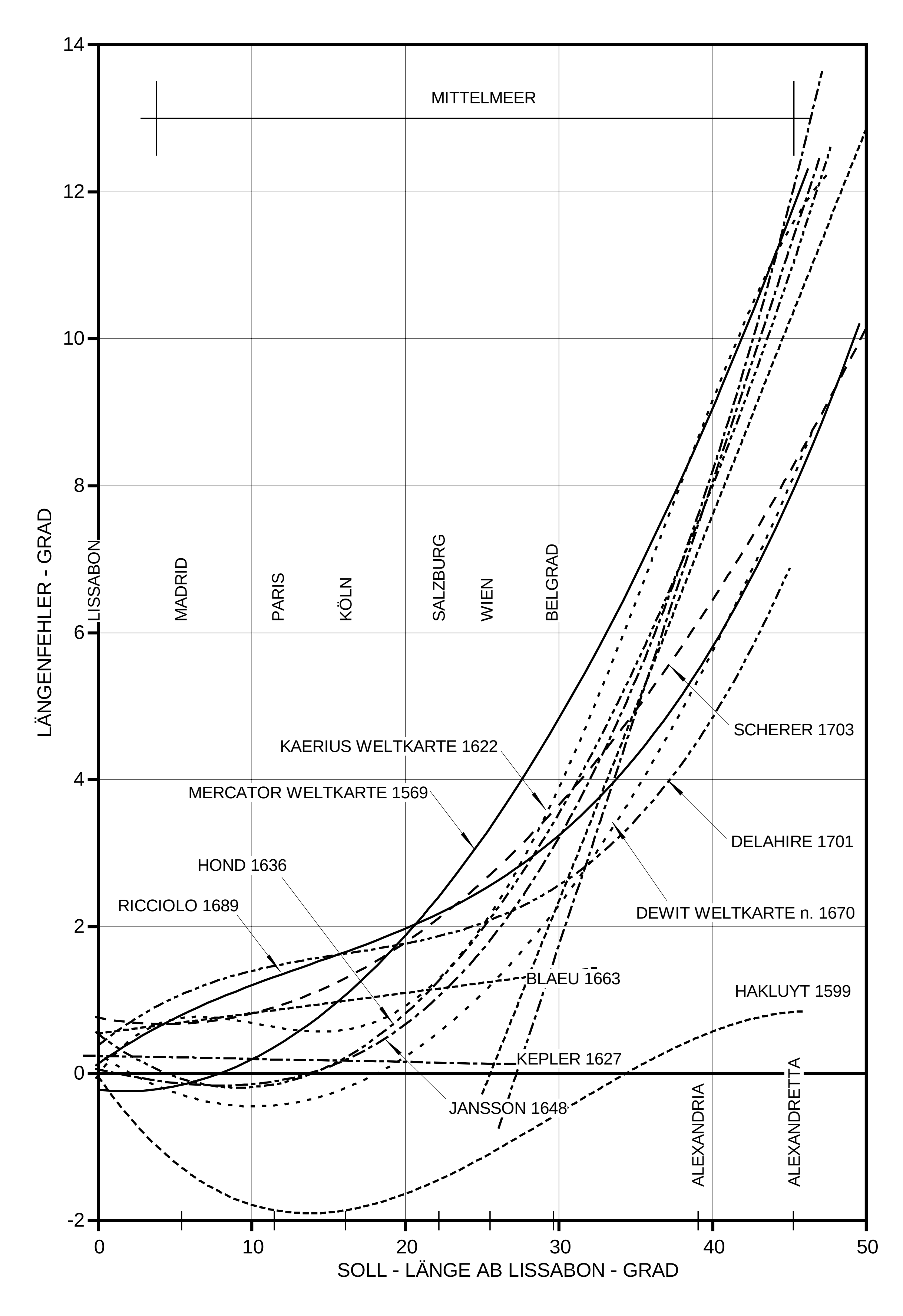


Abb. 5-9: Längenfehlerverlaufskurven mit Verbesserungen gegenüber *Gerhard Mercator*. Zum Vergleich die Längenfehler der Weltkarte *Mercators* von 1569. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon.*

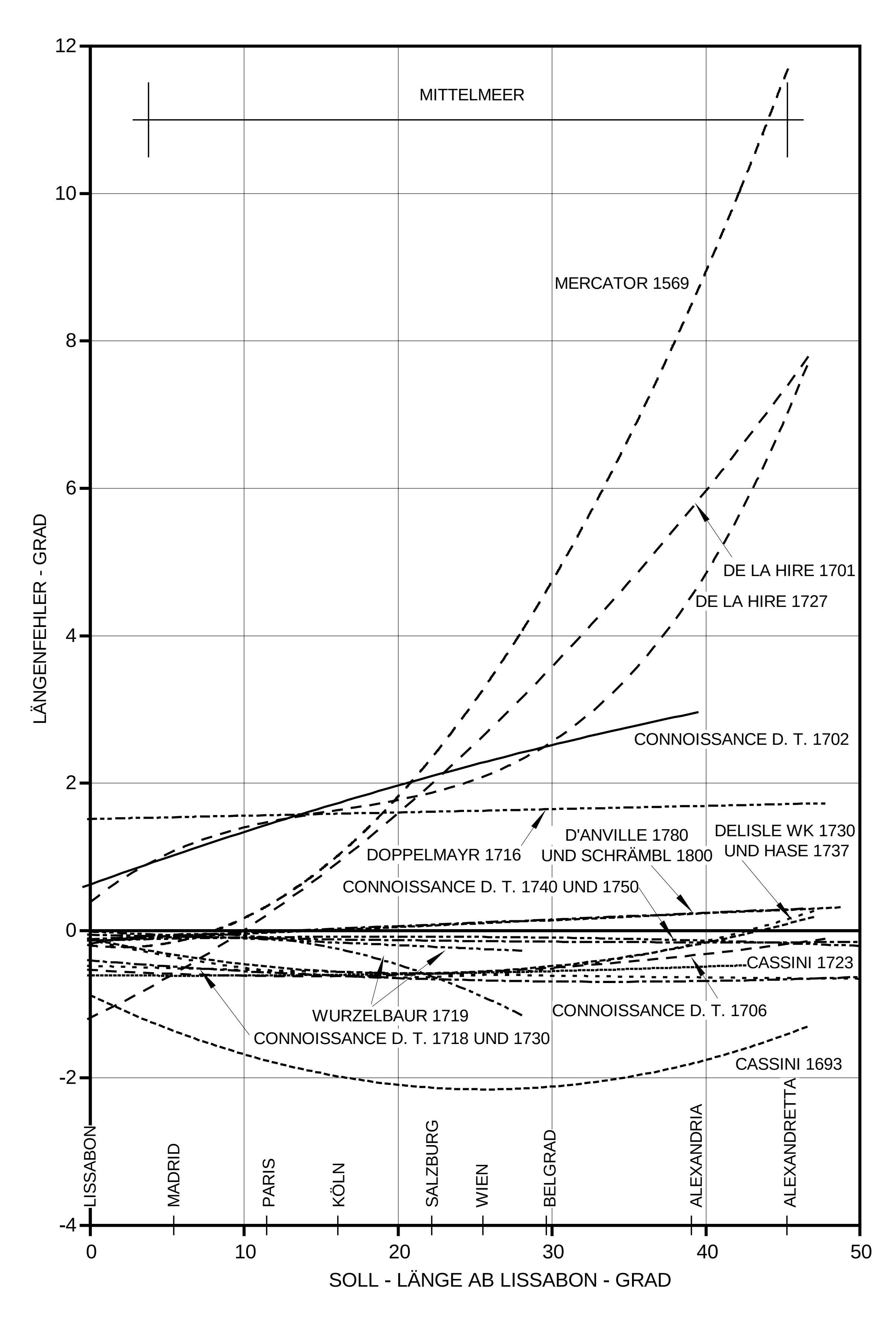


Abb. 5-10: Längenfehlerverlaufskurven der Tabellen und Karten vom Ende des 17., bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

5.3.5 Die Fehlerverlaufskurven verschiedener Tabellen und Karten zum Ende des 17. und im 18. Jahrhundert

Die in Abbildung 5-10 dargestellte letzte Gruppe der Tabellen und Atlanten zeigt etwa ab 1700 einen fast horizontalen Fehlerverlauf, wie ihn die weitgehende Fehlerfreiheit der angeführten Ortspositionen mit sich bringt. Zeigen die Werte von *Cassini* (1693) der ‹Connoissance des Temps› (1702) und *de la Hires* (1701 und 1727) noch verhältnismäßig starke Längenfehler, so wurden diese in der Tabelle der ‹Connoissance des Temps› von 1706 weitgehend korrigiert. Ab diesem Jahr konnte der untersuchte Bereich mit Fehlern von weniger als 30' dargestellt werden. Der große Längenfehler in der Darstellung der Tabelle *Doppelmayrs* (1716/1722) von etwa 1°45' ist ausschließlich auf den hohen individuellen Längenfehler *Lissabon*s zurückzuführen. Nicht erklärlich sind die Unterschiede der beiden Tabellen *Wurzelbaurs* aus dem Jahre 1719.

Charakteristisch für diese Tabellen und Karten sind folgende Punkte:

- Die Positionstabellen, sie erschienen zwischen 1693 und 1750, zeigen alle ab 1706 einen ähnlichen, sehr flachen, d. h. weitgehend fehlerfreien Verlauf. Da sich diese Darstellung auf den Referenzmeridian von *Lissabon* bezieht, verursachen manchmal individuelle Fehler der Lage *Lissabon*s starke Unterschiede der Längenfehler im Bereich Mitteleuropas.
- die Fehler der Karten *Delisles*, *Hases*, *d'Anvilles* und *Schrämbls* zwischen 1730 und 1800 liegen alle unter 30', es bereitet also keine Schwierigkeiten mehr, den Ausgangsmeridian zu bestimmen.

5.4 Vergleich der Längenverlaufskurven verschiedener Ausgangsmeridiane

In den Längenverlaufskurven wurden die in den Karten gemessenen oder den Tabellen entnommenen IST-Längenwerte der verschiedenen Orte im Untersuchungsgebiet über den heutigen, auf *Greenwich* bezogenen SOLL-Längen, aufgetragen. Die Darstellungen aller Längenverläufe der verschiedenen Kartographen und Astronomen befinden sich auf der beigelegten CD 'Auswertungen'. Außer dem Längenverlauf ist auch noch die SOLL-Linie der heutigen Werte ab dem jeweiligen Ausgangsmeridian eingetragen. Die Längenverlaufkurven sind in Abschnitt 3.7.2.2 beschrieben.

Diese Längenwerte werden für die Bestimmung der Ausgangsmeridiane von Regionalkarten benutzt. Da sich die Verlaufskurven der Längenwerte nicht gut für eine Gesamtdarstellung eignen, wurden die den alten Quellen entnommenen Längenwerte von *Paris, Köln, Nürnberg* und *Wien* in einer Tabelle zusammengefaßt. Diese Daten wurden nach den verschiedenen Ausgangsmeridianen von West nach Ost geordnet. Die Tabelle 5-1 erlaubt eine Orientierung, welche Ausgangsmeridiane für eine bestimmte Karte Mitteleuropas überhaupt in Frage kommen. Da die Größenordnung der Intervalle zwischen den Orten etwa 5° beträgt, kann für dazwischen liegende Orte eine lineare Interpolation verwendet werden. Eine umfangreichere Tabelle für den gesamten Festlandsbereich der Untersuchung befindet sich im Anhang, Tabelle 5-2. Auch die Datensätze dieser Tabelle sind nach den Ausgangsmeridianen von West nach Ost geordnet. Da nur die Längenverlaufskurven des gesamten Untersuchungsbereichs am Festland graphisch ausgewertet wurden, die Koeffizienten dieser Ausgleichspolynome sind in Tabelle 3-4 im Anhang zusammengestellt, wurden auch die Koeffizienten der Längenverlaufskurven für den Bereich Mitteleuropas mit ihren Standardabweichungen der Reststreuung in Tabelle 3-5 im Anhang zusammengefaßt. Der Längenbereich Mitteleuropas betrifft nur Werte zwischen *London* und *Iraklion (Candia)* auf *Kreta*.

Die folgenden graphischen Darstellungen zeigen die Längenwerte für die Städte *Paris*, *Köln*, *Nürnberg* und *Wien*. Es ist leicht ersichtlich, daß Längenwerte, die sich auf den Ausgangsmeridian von *Corvo* oder auf solche des europäischen Festlands beziehen, ohne Schwierigkeiten unterschieden werden können. Das Problem liegt in der großen Anzahl der Ausgangsmeridiane, die sich zwischen *Boa Vista* und *Fuertaventura*, also auf einer Länge von etwas weniger als 9°, drängen. Die meisten dieser Meridiane betreffen aber nur die Inseln *Ferro* und *Teneriffa* der *Kanaren*, allerdings mit unterschiedlichen Definitionen und Fehlerverläufen. Um einen Überblick über diese Verhältnisse zu erhalten, wurde in den Abbildungen 5-11 bis 5-14 die Längenverläufe für die verschiedenen Ausgangsmeridiane getrennt dargestellt. Dies ermöglichte auch eine stärkere Spreizung der Ordinaten.

Es zeigt sich aber, daß auch mit dieser besseren Auflösung eine eindeutige Zuordnung von Längenwerten, zumindest für Meridiane der *Kanarischen Inseln*, ohne zusätzliche Informationen kaum möglich sein wird. Weiters ist auch noch die verhältnismäßig starke individuelle Streuung der Ortspositionen bei der Bestimmung der verschiedenen Ausgangsmeridiane zu berücksichtigen. Für die Bestimmung der Ausgangsmeridiane von Einzelkarten wurde daher die etwas vereinfachte Darstellung in Abschnitt 6, Abbildungen 6-4 bis 6-6 gewählt.

ABSCHNITT NR.	KARTOGRAPH / ASTRONOM	AUSGANGS-MERIDIAN	JAHR	PARIS ° '	KÖLN ° '	NÜRNBERG ° '	WIEN ° '
4.5.2	P. Kaerius, Weltkarte	Corvo	1622	36,00	42,00		51,00
4.5.3	H. Hond, Atlas	Fayal	1623	31,29	37,38	42,24	48,33
4.5.5	I. Janson, Atlas	Corvo	1648	35,20	38,45		50,10
4.5.4	H. Hond, EK	Santiago	1636	26,55	32,20	37,55	43,35
4.4.3.4	G. Mercator, WK	Boa Vista	1569	25,20	30,30	35,10	41,45
4.5.1.2	A. Ortelius, Atlas	Boa Vista	1570				
4.4.4	G. Mercator, Atlas	Boa Vista	1595	25,15	30,40	35,10	42,00
4.1.1	Cl. Ptolemäus, Codex Lat.	Insulae Fortunatae	150	23,30	27,45		37,45
4.3.5	G. Frisius, Tabelle	Insulae Fortunatae	1530	23,20	29,00	33,00	37,45
4.3.4	P. Apianus, Tabelle	Insulae Fortunatae	1553	17,08	23,28	28,20	35,08
	Cl. Ptolemäus, Mercator	Insulae Fortunatae	1584	23,30	27,40		37,45
4.6.2	B. Varenius, Tabelle	Insulae Fortunatae	1693	23,15	28,15	35,45	39,00
4.4.2.1	E. Radolt, Tabelle	Insulae Fortunatae	1483	22,20	26,50	30,20	34,05
4.4.2.2	P. Liechtenstein, Tabelle	Insulae Fortunatae	1518	22,20	26,50	30,20	34,05
4.5.8	N. Sanson, Atlas	Ferro W	1683	23,00	27,45	32,55	39,00
4.9.3.2	V. Coronelli, Atlas	Ferro W	1692	23,40	28,10	32,50*	37,50
4.7.4.3	G. Delisle, EK	Ferro W	1700	23,30	28,30	33,10	39,00
4.7.4.1	G. Delisle, Hemisph. Septen.	Ferro W	1714	20,15			34,00
4.7.4.2	G. Delisle, Carte d'Amerique	Ferro Zentr., 20° W Paris	1722	20,00			
4.7.4.3	G. Delisle, Atlas, WK, l'Afrique	Ferro Zentr., 20° W Paris	1730	20,00			32,45
4.8.2.1	J. P. à Wurzelbau, Tabelle a	Ferro W	1719	20,25		28,30	
4.8.2.2	J. P. à Wurzelbau, Tabelle b	Ferro W	1719	22,30		31,10	
4.8.1	J. G. Doppelmeier, Tabelle	Ferro W, 22°30' W Paris	1722	22,30		31,10	37,24
4.8.7	J. M. Hase, EK	Ferro Zentr., 20° W Paris	1743	20,00	24,50	28,30	34,10
4.7.5	J.-B. d'Anville, Atlas	Ferro W	1780	20,00	24,45	28,41	34,16
4.8.8	F. A. Schrämbl, Atlas	Ferro W	1800	20,00	24,46	28,41	34,17
4.4.3.3	G. Mercator, Europakarte	Palma	1554/72	23,15	28,35	33,15	39,50
4.5.1.2	A. Ortelius, Atlas	Palma	1570	23,30	29,00	33,30	(39,00)
4.6.3	J. B. Ricciolo, Tabelle	Palma	1689	24,30	29,58	33,50	40,00
4.6.4	H. Scherer, Tabelle	Palma	1703	24,30	30,00	31,19	40,00
4.5.6.2	J. Blaeu, Atlas	Pico de Teneriffa	1663	20,00	24,54	28,28*	34,00
4.5.7.1	F. De Wit, Atlas, Weltkarte	Pico de Teneriffa	n. 1670	19,30	23,15		34,10
4.5.7.2	F. De Wit, Atlas, Erdteilkarten	Pico de Teneriffa	n. 1670	21,30	26,30	31,15	36,50
4.8.4	Chr. Weigel, Atlas	Pico de Teneriffa	1720	19,15	25,10	29,10	35,05
4.8.6	M. Seutter, Atlas	Pico de Teneriffa	1730	21,30	26,15	31,20	37,00
4.8.5	J. B. Homann, Atlas	Pico de Teneriffa	1730/41	21,30	26,30	31,30	37,00

ABSCHNITT NR.	KARTOGRAPH / ASTRONOM	AUSGANGS-MERIDIAN	JAHR	PARIS ° '	KÖLN ° '	NÜRNBERG ° '	WIEN ° '
4.3.1.2	M. Waldseemüller, WK	Porto Santo	1516	14,30	17,50	20,25*	25,25
4.4.3.2	G. Mercator, Globus	Fuertaventura	1541	20,05	26,44	33,31	40,35
4.1.3	J. Regiomontanus, Tabelle	Toledo	1498	13,30	17,45	21,00	24,45
4.3.6.2	G. de Jode, Atlas, Planiglobe	Toledo	1593	12,00	19,00		29,30
4.7.1.3	Connoissance des Temps	Paris à l'Observatoire	1693	0,00	5,00	10,00	15,00
4.7.1.4	Connoissance des Temps	Paris à l'Observatoire	1702	0,00	5,00	8,34	15,00
4.7.1.5	Connoissance des Temps	Paris à l'Observatoire	1706	0,00	4,45	8,44	14,32
4.7.1.6	Connoissance des Temps	Paris à l'Observatoire	1716	0,00	4,45	8,44	14,32
4.7.1.7	Connoissance des Temps	Paris à l'Observatoire	1718	0,00	4,45	8,44	14,32
4.7.1.8	Connoissance des Temps	Paris à l'Observatoire	1720	0,00	4,45	8,44	14,32
4.7.1.9	Connoissance des Temps	Paris à l'Observatoire	1730	0,00	4,45	8,44	14,32
4.7.1.10	Connoissance des Temps	Paris à l'Observatoire	1740	0,00	4,45	8,44	14,33
4.7.1.11	Connoissance des Temps	Paris à l'Observatoire	1750	0,00	4,45	8,44	14,02
4.7.2.1	J.-D. Cassini, Tabelle	Paris à l'Observatoire	1693	0,00			14,30
4.7.2.2	J. Cassini, Tabelle	Paris à l'Observatoire	1723	0,00	4,45	8,44	14,33
4.7.3.1	P. de la Hire, Tabelle	Paris à l'Observatoire	1701	0,00	5,00	10,03	15,00
4.7.3.2	P. de la Hire, Tabelle	Paris à l'Observatoire	1727	0,00	5,00	8,34	15,00
4.3.3	J. Stöffler, Tabelle	Tübingen	1518	-6,45	-2,15	1,30	7,45
4.1.3	J. Regiomontanus, Tabelle	Nürnberg	1496	-7,30	-3,15	0,00	3,45
4.6.1	J. Kepler, Tabelle	Uranienburg	1627	-10,00	-5,30	-1,00	4,00

* Länge von Erfurt statt Nürnberg, WK Weltkarte, EK Europakarte

Tab. 5-1 Tabelle der Längenwerte für *Paris*, *Köln*, *Nürnberg* und *Wien* bei verschiedenen Kartographen und Astronomen, nach ihren Ausgangsmeridianen geordnet.

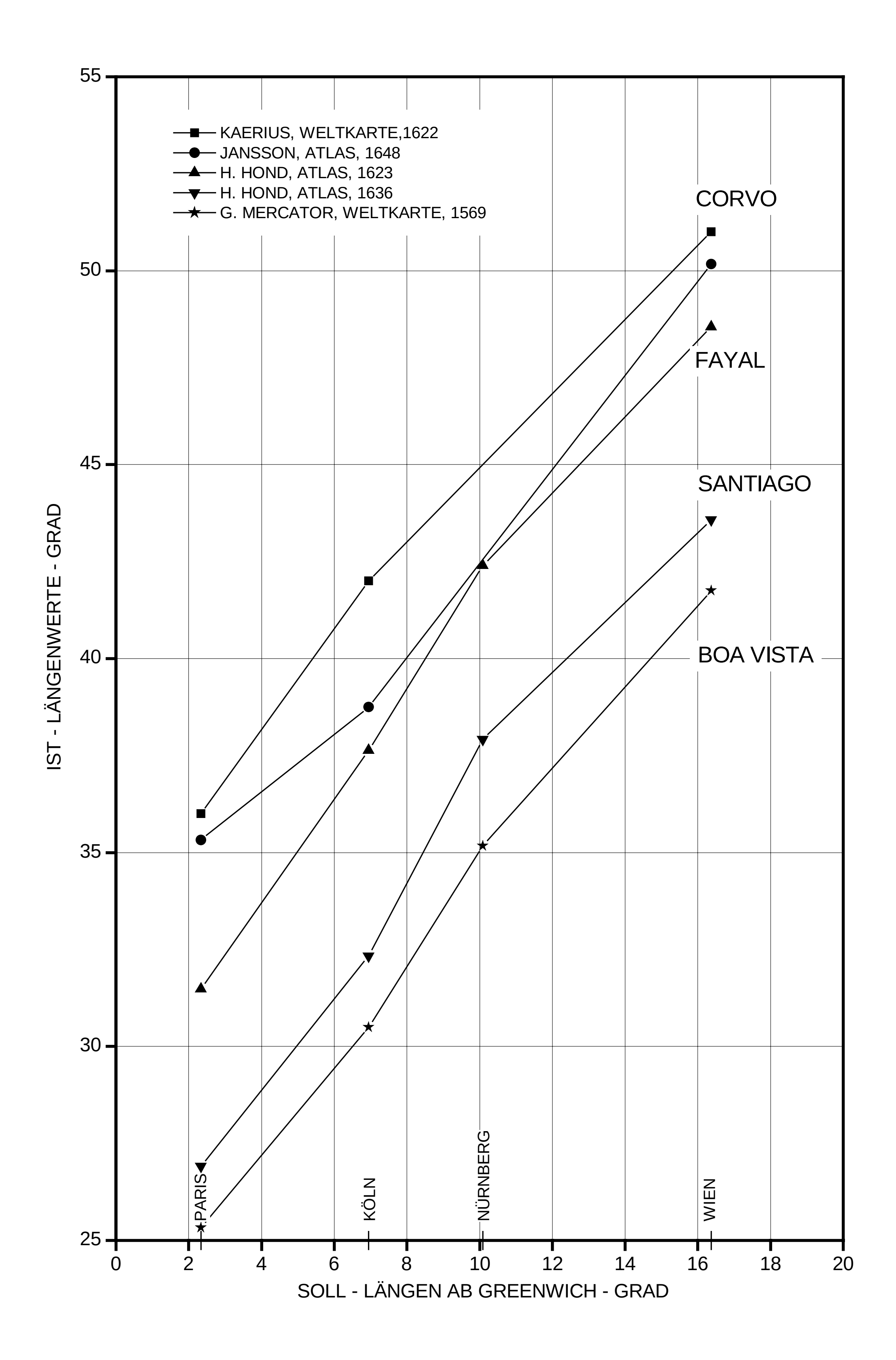


Abb. 5-11: IST - Längenwerte alter Karten von *Paris, Köln, Nürnberg* und *Wien* bei Ausgangsmeridianen der *Azoren* und *Kap Verden.*

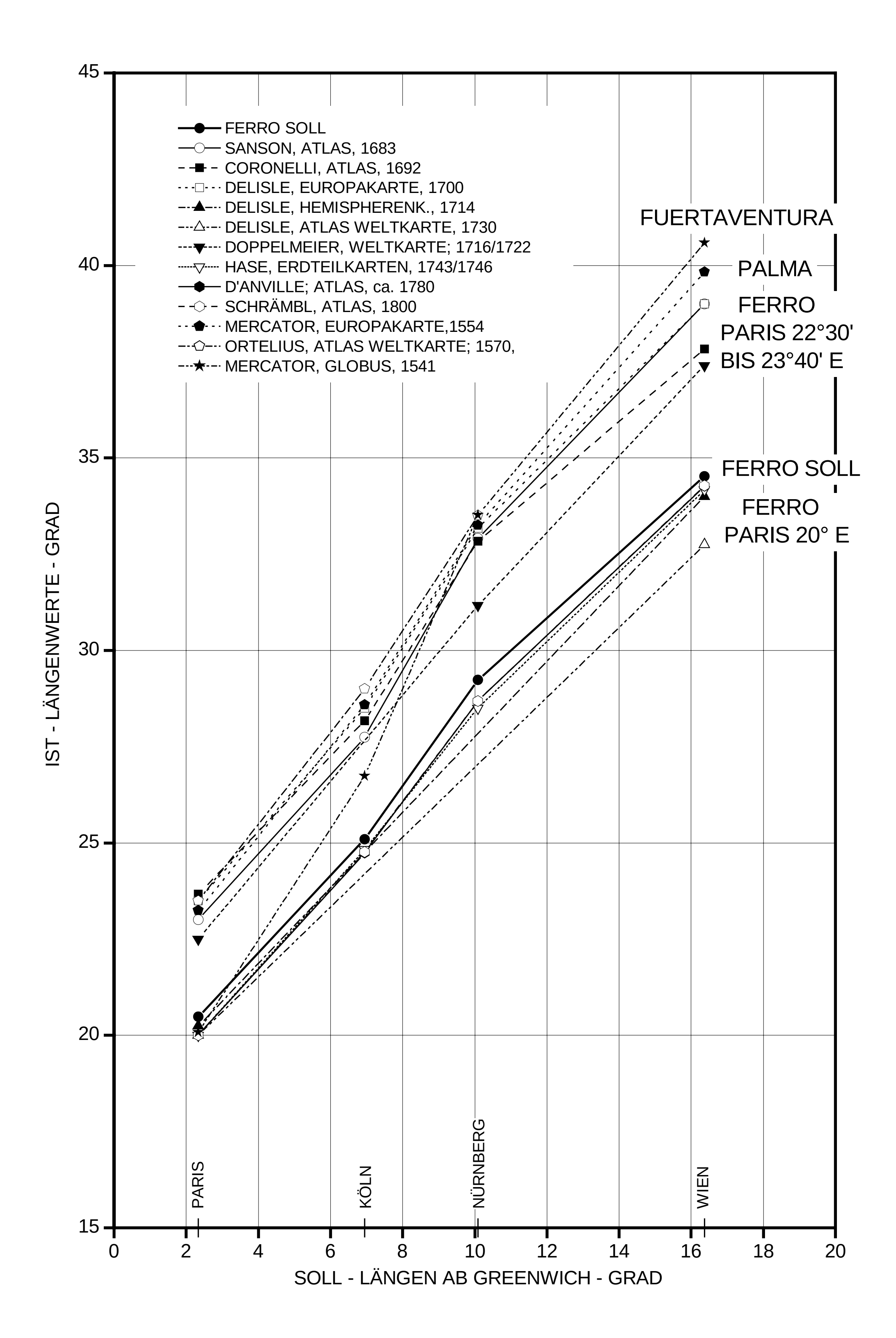


Abb. 5-12: IST - Längenwerte alter Karten von *Paris*, *Köln*, *Nürnberg* und *Wien* bei Ausgangsmeridianen von *Ferro*, *Palma* und *Fuertaventura* der *Kanarischen Inseln.*

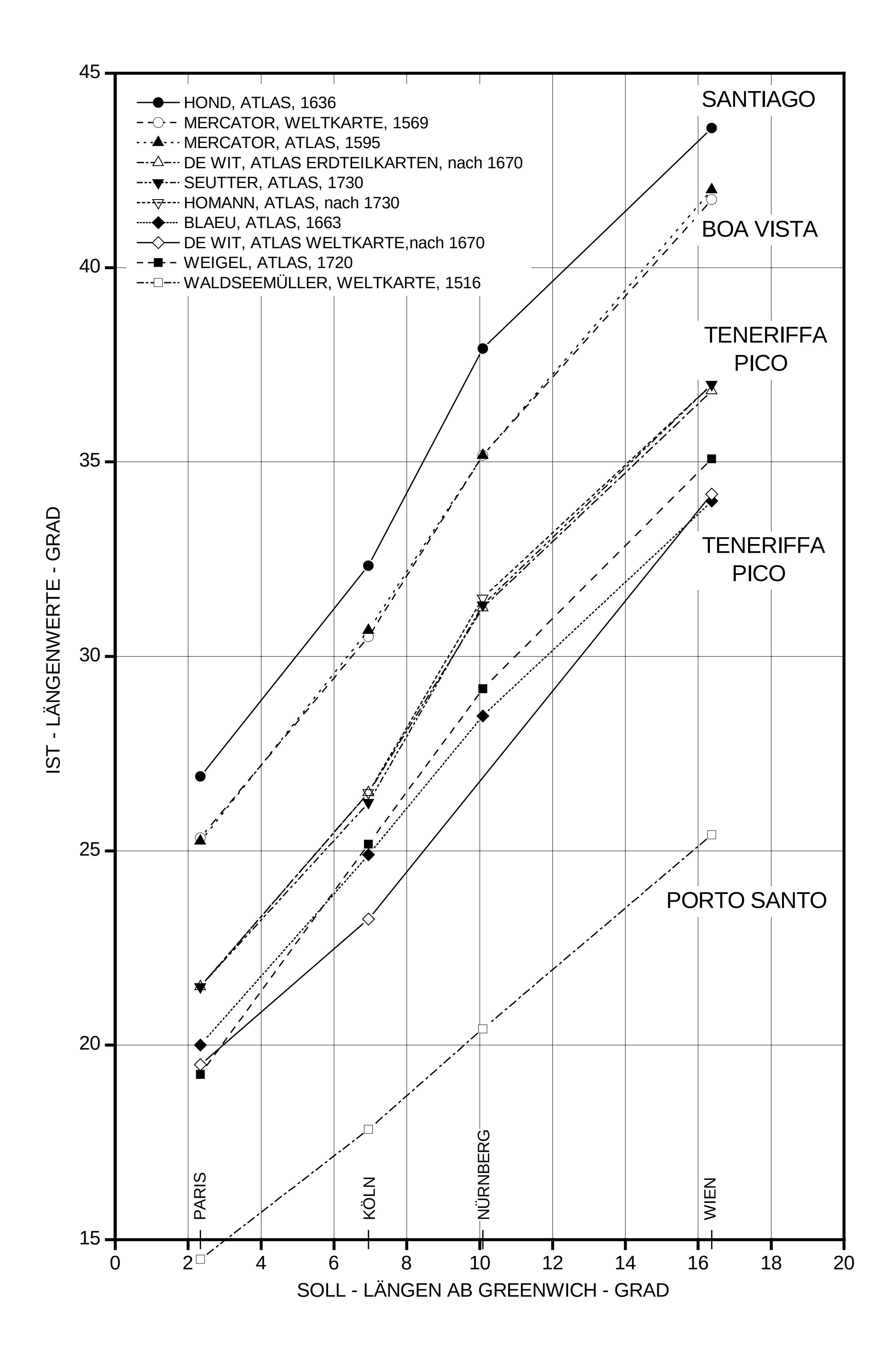


Abb. 5-13: IST - Längenwerte alter Karten von *Paris, Köln, Nürnberg* und *Wien* bei Ausgangsmeridianen der *Kap Verden*, des *Pico de Teneriffa* und *Porto Santo.*

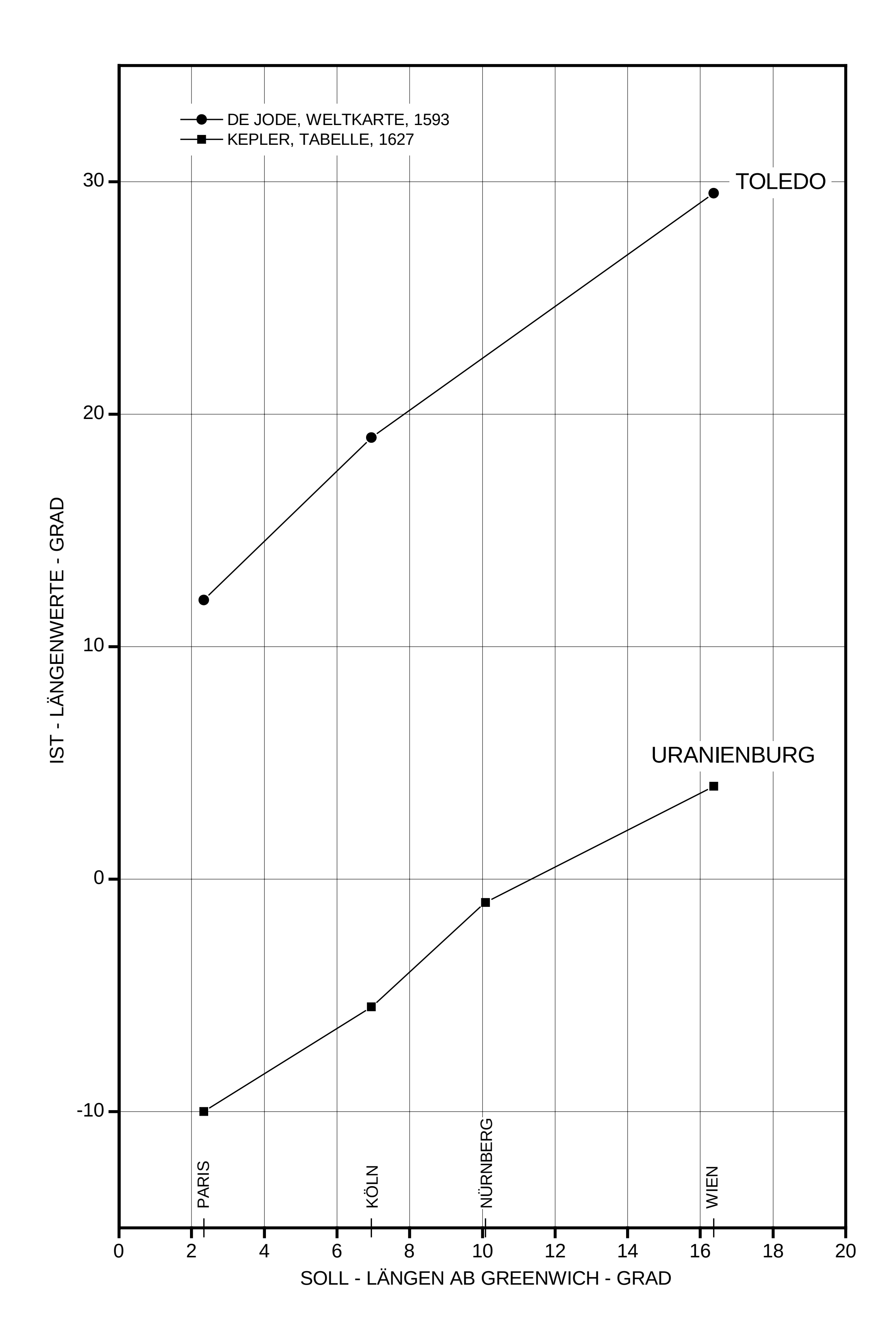


Abb. 5-14: IST - Längenwerte alter Karten von *Paris*, *Köln*, *Nürnberg* und *Wien* bei den Ausgangsmeridianen von *Toledo* und *Uranienburg.*

5.5 *Die festgestellten Ausgangsmeridiane der Längenzählung*

Meridiane der Azoren oder der Insulas Flandricas
- *Corvo*, 31°08' westlich von *Greenwich*
- *Fayal*, 28°43' westlich von *Greenwich*
- *Pico*, 28°24' westlich von *Greenwich*
- *Santa Maria*, 25°07' westlich *Greenwich*

Meridiane der Kapverdischen Inseln – Hesperiden oder Gorgaden
- *Santiago*, 23°30' westlich von *Greenwich*
- *Boa Vista* und *Sal*, 22°50' westlich von *Greenwich*

Die Ferromeridiane bzw. die ptolemäischen Ausgangsmeridiane unterschiedlicher Definitionen sowie die Meridiane von Kap Verde, Teneriffa und Porto Santo
- der Meridian 23°30' westlich von *Paris*, 21°10' westlich von *Greenwich*
- der 'Meridianus primus Ptolmaico' $^{1}/_{16}$ des Erdumfanges oder 22°30' westlich von *Paris*, 20°10' westlich von *Greenwich*
- der Ausgangsmeridian des *Cl. Ptolemäus* $60^{1}/_{2}$° westlich von *Alexandria*, heute 19° westlich von *Greenwich*
- Der Meridian 21° westlich von *Paris*, 18°40' westlich von *Greenwich*
- der Meridian *Philippe de la Hires* der West-Spitze von *Ferro* 20°30' westlich von *Paris*, 18°10' westlich von *Greenwich*
- West-Spitze von *Ferro*, *Punta Orchilla*, 18°09' westlich von *Greenwich*
- der Meridian *J. Ph. von Wurzelbaus* der West-Spitze von *Ferro* 20°25' westlich von *Paris*, 18°05' westlich von *Greenwich*
- der Meridian über die *Insel Ferro*, 18° westlich von *Greenwich*
- der Meridian von *Palma* (*Santa Cruz*) 17°46' westlich von *Greenwich*
- der Ferromeridian nach *Delisle*, 20° westlich von *Paris*, 17°40' westlich von *Greenwich*
- *Kap Verde*, 17°33' westlich von *Greenwich*
- *Pico de Teide* auf *Teneriffa*, 16°39' westlich von *Greenwich*
- *Porto Santo* bei *Madeira*, 16°20' westlich von *Greenwich*
- *Fuertaventura* West-Spitze, *Punta de Jandia*, 14°32' westlich von *Greenwich*
- *Fuertaventura* Zentrum, 14° westlich von *Greenwich*
- *Lanzarote* Zentrum, 13°38' westlich von *Greenwich*
- *Lanzarote* Ost-Küste, 13°27' westlich von *Greenwich*

Festlandsmeridiane
- *Toledo*, 4°02' westlich von *Greenwich*
- *London*, 0°10' westlich von *Greenwich*
- *Greenwich*, 0°00'
- *Paris*, 2°20' östlich von *Greenwich*
- *Tübingen*, 9°04' östlich von *Greenwich*
- *Nürnberg*, 11°05' östlich von *Greenwich*
- *Uranienburg* auf der Sundinsel *Hven*, 12°43' östlich von *Greenwich*

Tab. 5-2 Tabelle der in dieser Untersuchung festgestellten Ausgangsmeridiane der Längenzählung von West nach Ost

In der vor 1800 erschienenen Literatur werden noch weitere Ausgangsmeridiane der Längenzählung angeführt, die jedoch bei dieser Untersuchung nicht festgestellt werden konnten. *Bernhard Varenius* erwähnt die Insel *S. Nicolai* der *Kap Verden*, die Ost-Spitze *Brasiliens* und zahlreiche Ausgangsmeridiane von Astronomen /VARENIUS 1693; S. 692/. *Heinrich Scherer* erwähnt in den *Kap Verden* die Ausgangsmeridiane über die Inseln *Fogo*, *S. Nicolai* und *S. Vincent*, in den *Azoren* über die Insel *Pico* und die päpstliche Trennungslinie von 1493, sowie ebenfalls zahlreiche astronomische Ausgangsmeridiane /SCHERER 1703; S. 12/.

5.5.1 Die Meridiane der *Azoren* oder der *Insulas Flandricas*

Die Lage der Inselgruppe der Azoren zeigt Abbildung 5-15.

Der Corvo - Meridian, 31°08' westlich von Greenwich

Der Meridian von Corvo/Flores, den westlichsten der Azoreninseln, wurde verschiedentlich als Ausgangsmeridian der Längenzählung verwendet. Er wird aber nur selten erwähnt und war auch nur für eine beschränkte Zeit in Verwendung.

Bei *Joannes Janssonius* steht im Textteil des 'Atlas Minor; | Das ist: | Eine kurtze jedoch gründliche | Beschreibung der gantzen Welt/ | In zwey Theile abgetheilt': 'Etliche aber fangen solche Länge nunmehr nicht bey jetztgemeldten Insulis Fortunatas | (die man jetzund die Inseln Canarien nennt) sondern an den Flandrischen / deren Nahmen | sonsten Acores an / dieweil das Compaß = zünglein sich daselbst schnurstracks nach dem Septentrione oder Mit= | ternacht zu richtet.' Auf der kleinen Weltkarte, auf Seite 3 des Atlas, steht der Vermerk: 'Primus Meridianus naturalis es in insu: | lis Corvo et Flores, unde etiam omnes | numerationem nostras graduum longi= | tudinis incho avimus, in particularibus | nostris tabulis sequentibus. Sed in hac | nostra mundi Tabula propter certos | causas fueri non potuit. A. Goos.' (Der natürliche erste Meridian geht über die Inseln Corvo und Flores und von dort aus erhalten wir schrittweise die Zahlen aller unserer Längengrade wie in den folgenden Länderkarten. Aus bestimmten Gründen konnte dies aber für unsere vorliegende Weltkarte nicht durchgeführt werden A. Goos.) /IANSSONIUS 1648/.

Bernhard Varenius schreibt in seiner 'Geographia Generalis', Erstausgabe 1650: 'Alii Meridianum insulae unius ex Flandricis sive Azoribus, quae del Corvo dicitur, pro primo assumpserunt; propterea quod in hac Insula & vicino mari acus magnetica nullam declinationem à linea meridiana habere deprehensa sit, & ipsam Septentrionalem atque Australem Cardinem monstrare. Hoc initium *Mercator* in suis Tabulis observat'. (Andere wieder nehmen den Meridian einer *Flandrischen Insel* oder Insel der *Azoren*, welche *Corvo* genannt wird, als Ausgangsmeridian und zwar deswegen, weil auf dieser Insel und im benachbarten Meer die Magnetnadel keine Abweichung von der Meridianlinie erkennen läßt und nach Norden und zum südlichen Punkt zeigt. Diesen Ausgangsmeridian verwendete *Mercator* für seine Karten.) /VARENIUS 1715/.

Bei *P. Heinrich Scherer S.J.* findet man in den ‹Tabellæ Geographicæ›, Pars V, auf Seite 12: 'Rursus alij ex Hesperidibus retrogressi ad Insulas Azores sive Flandricas Primum Meridianum deposuerunt in Insula Corvo. Ejusmodi fuere: Ioannes Iansonius in Mappa universali, Mercator in Descriptione Terrae Polaris, Crescentius in sua Nautica'. (Wieder andere haben den ersten Meridian, von den *Kap Verdischen Inseln* zu den *Azoren* oder auch *Flandrischen Inseln* zurückgehend, auf der Insel *Corvo* festgelegt. So handelte *Johannes Jassonius* in seiner Weltkarte, *Mercator* in seiner Polkarte und *Crescentius* in seiner Seekarte.) /SCHERER 1703/.

Festgestellte Ausgangsmeridiane von *Corvo, Azoren*

- *Wilhelm Jansson*, 1609, Germaniakarte <Germaniae | post omnes in haec forma edi= | tiones exactißima lucuplentißimaque descriptio>.
- *Petrus Kaerius*, 1622, Weltkarte <Nova Totius Terrarum Orbis Geographica ac Hydrographica Tabula>

- *Wilhelm Blaeu*, 1648, Weltkarte <Nova Totius Terrarum Orbis Geographica ac Hydrographica Tabula>
- *Joannes Janssonius*, 1648, Atlas, Erdteilkarten von Europa und Amerika

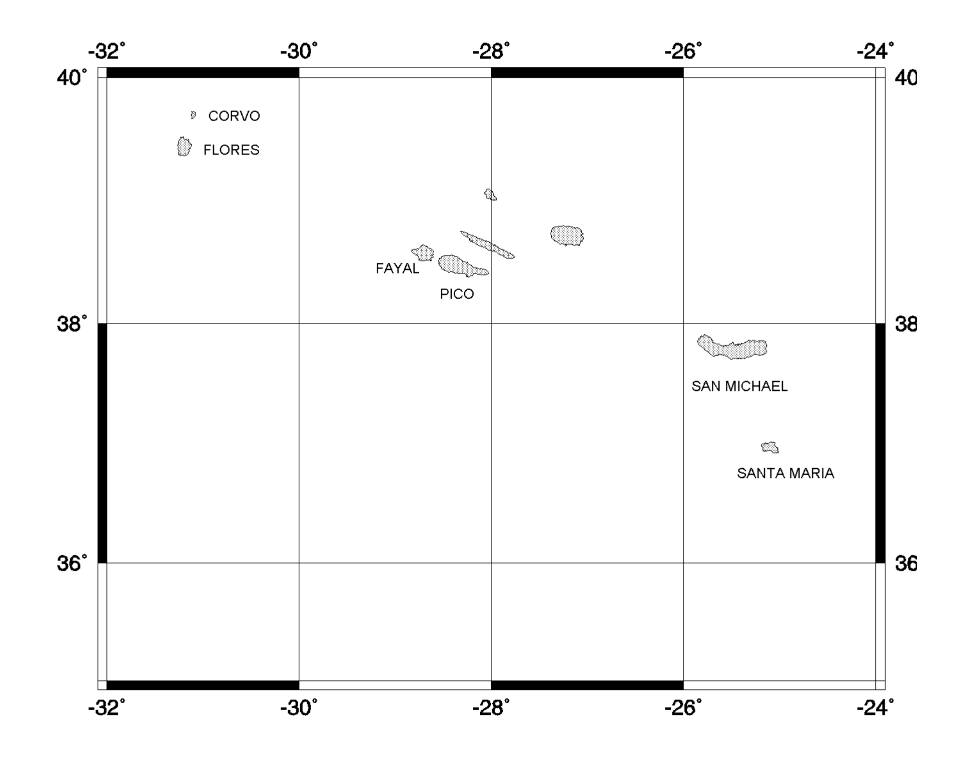


Abb. 5-15: Die Inselgruppe der *Azoren*

Der Meridian von Fayal, Azoren, 28°43' westlich von Greenwich

Hendrik Hond erklärt im Atlas von 1623, daß er hinsichtlich des Ausgangsmeridians nicht *Gerhard Mercator* folge, sondern diesen für vier Erdteilkarten zu den *Azoren* verlege (s. Abschnitt 4.5.3). Die Karte \America\ zeigt einen Ausgangsmeridian durch die *Azoren*, 1°30' östlich von *Corvo* und ca. 0°10' westlich einer Insel mit der Breite 39°15' Nord. Es handelt sich hierbei mit großer Wahrscheinlichkeit um den Meridian der Insel *Fayal*. Da die Längen von *Santa Maria* und *Ferro* gut zu der Länge von *Lissabon* auf der Europakarte passen, ist anzunehmen, daß diese beiden Karten ein konsistentes Längensystem bilden.

Festgestellter Ausgangsmeridian von *Fayal, Azoren*

- *Hendrik Hond*, Atlas 1623, 'Gerardi Mercatoris | Atlas | sive | Cosmographicae | Meditationes ... ' Erdteilkarten von Europa und Amerika

Der Meridian von Pico, Azoren, 28°24' westlich von Greenwich

Dieser Meridian wurde, wenn überhaupt, nur selten verwendet. Bei dieser Untersuchung wurde er nur einmal durch Rückrechnung der beiden Karten \Parte Orientale del Mediterraneo Del Padre Cosmographo Coronelli\ und \Ristretto del Mediterraneo Composto Dal P. Maestro Coronelli\ im Atlas 'Corso Geografico Universale' 1692 von *P. Vincenzo Coronelli* gefunden. Es ist jedoch möglich, daß es sich hierbei um einen Corvo-Meridian handelt, der dann allerdings einen um ein Grad größeren Fehler aufweisen würde.

Festgestellter Ausgangsmeridian von *Pico, Azoren*

- *Vincenzo Coronelli*, 1692, 'Corso Geografico Universale' nur zwei Karten. Bestimmung von *Pico* unsicher.

Der Meridian von San Miguel und Santa Maria, 25°09' westlich von Greenwich

Da *Mercator Boa Vista*, *San Miguel* und *Santa Maria* auf einer Länge annahm, wird manchmal die Ansicht vertreten, daß er seine Längen von diesen Inseln hin gezählt hätte. Wie im Abschnitt 4.4.2.3 ausgeführt, handelt es sich bei seinen Karten aber eindeutig um den Ausgangsmeridian von *Boa Vista*. *Christopher Saxton* verwendete 1583 den Meridian von *Santa Maria* als Ausgangsmeridian der Längenzählung für seine Wandkarte Englands. Die *Azoren* sind auf dieser Karte nicht dargestellt, doch findet sich am Süd-Rand der Karte zwischen dem 16. und 17. Längengrad der Vermerk: 'Longitudinis gradus ab eo Meridiano capiunt | initium qui per diuae Mariae Insulam transit quae | omnium Azareay maximè ad orientem vergit' (Die Längengrade beginnen bei jenem Meridian, welcher über die *Insel der göttlichen Maria* verläuft, die von allen *Azoren* am weitesten im Osten liegt), s. auch Abbildung 4-48.

Festgestellter Ausgangsmeridian von *Santa Maria, Azoren*

- *Christopher Saxton*, 1583, Wandkarte von England und Wales, \Britannia Insularem in Oceano Mixima\

5.5.2 Die Meridiane der *Kap Verden - Hesperiden* oder *Gorgaden*

Mit der Verlegung des Ausgangsmeridians von *Palma* nach *Boa Vista* durch *Gerhard Mercator* begann eine Entwicklung, die schließlich zu einer Vielzahl von nur noch schwer unterscheidbaren atlantischen Ausgangsmeridianen führte. Dieser Zustand besserte sich erst gegen das Ende des 18. Jahrhunderts, als sich der Ferromeridian mit der Definition 20° westlich von *Paris* immer mehr durchsetzte. Die Meridiane der *Kap Verden* wurden nicht allzu häufig verwendet, da die Ferromeridiane mit ihren jeweils verschiedenen Definitionen eher den Stand der Wissenschaft berücksichtigten. Außerdem war klar, daß der ursprüngliche Grund für die Wahl dieser Meridiane mit der Entdeckung der Sekulärvariation der magnetischen Deklination 1634 hinfällig wurde. In der Inselgruppe der *Kap Verden* konnten nur zwei Ausgangsmeridiane über die *Inseln Santiago* und *Boa Vista* festgestellt werden. Die Abbildung 5-16 gibt einen Überblick über die Inseln dieser Gruppe.

Der Meridian von Santiago der Kapverden, 23°30' westlich von Greenwich

Im Atlas von *Heinrich Hond* von 1636 'Gerardi *Mercator*is | Atlas | or | A Geographicke description, | ... | of the | World | ... | The second Volume | Editio ultima, Sumptibus & typis aeneis Henrici Hondij, Amsterodami 1636', zeigt die Karte \Africae | nova Tabula |Auct. Hen. Hondio | 1631\ den Ausgangsmeridian über der Insel *s. Iago*, das Zentrum von *Ferro* liegt auf 5°30' Ost, *Gibraltar* auf 19°55'. Auf der Karte \Fessae et | Marocchi | Regna\ liegt das Zentrum von *Ferro* auf 2°50' Ost und *Gibraltar* auf 15°15'. Auf der Karte \America | noviter delineata | Auct: Henrico Hondio. | 1631\ streift der Nullmeridian *Santiago* im Westen und *San Miguel* und *Santa Maria* an der Ost-Seite. Das Zentrum von *Ferro* liegt bei 6°15' und *Gibraltar* auf 21° Ost. Es ist offensichtlich, daß die Karte \Fessae ... \ einen weiter östlich liegenden Ausgangsmeridian verwendet als die Karten \America ... \ und \Africae ... \. Die Frage dieses Ausgangsmeridians konnte nicht eindeutig geklärt werden, da eine passende und geschlossene Längenreihe nicht gefunden wurde. Der Größenordnung nach handelt es sich um den Meridian von *Boa Vista*. Auch *Bernhard Varenius* erwähnt 'Hondius vero Insulam S. Jacobi in Mappis suis eligit.' (*Hond* wählte diese Insel *St. Jakob* für seine Karten) /VARENIUS 1693, S. 692/.

Festgestellter Ausgangsmeridian von *Santiago, Kap Verden*

- *Heinrich Hond*, 1636, Atlas, Karte \Africae | nova Tabula |Auct. Hen. Hondio | 1631\.

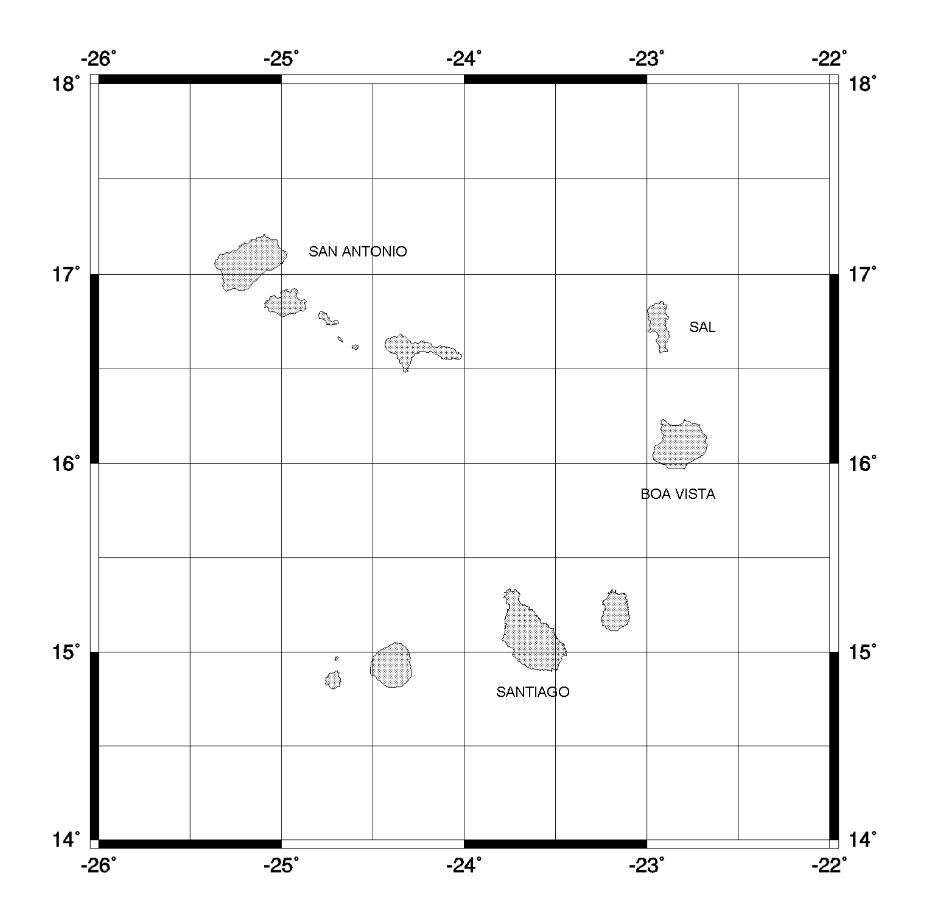


Abb. 5-16: Die Inselgruppe der *Kap Verden*

Der Meridian von Boa Vista und Sal der Kapverden, 22°50' westlich von Greenwich.

Zwischen 1554 und 1569 verschob *Gerhard Mercator* erstmals den Ausgangsmeridian der Längenzählung von den *Kanaren* um 2° nach Westen zum Zentrum von *Boa Vista* der östlichsten Insel *Kap Verden*. Dieser Meridian war, wie auch der von ihm schon vorher verwendete Meridian von *Palma*, ein verdeckter Meridian von *Alexandria*. Beim Übergang von *Palma* auf *Boa Vista* vergrößerte *Mercator* den Abstand von *Alexandria* vom alten ptolemäischen Wert von 60°30' auf 62°30'. *Boa Vista* wurde damals zusammen mit *Maio* und *Sal* der *Kap Verden* sowie *S. Miguel* und *Sta. Maria* der *Azoren* auf einem Meridian liegend angenommen. Diese Verhältnisse zeigt die Reproduktion 4-12 im Anhang in einem Ausschnitt der Weltkarte G. *Mercators* dargestellt. Eine eingehende Beschreibung dieser Verschiebung des Ausgangsmeridians befindet sich in Abschnitt 4.4.2.

Festgestellte Ausgangsmeridiane von *Boa Vista, Kap Verden*

- *Gerhard Mercator*, 1569, Weltkarte <ad usum nauigantium>
- *Abraham Ortelius*, 1570, Atlas, Weltkarte \Typus Orbis Terrarum\ und Amerikakarte
- *Rumold Mercator*, 1587, Weltkarte und Europakarte im 'Atlas' von 1595
- *Gerhard II Mercator*, 1595, Erteilkarte von Afrika im Atlas von 1595
- *Michael Mercator*, 1595, Erteilkarte von Amerika im Atlas von 1595

5.5.3 Die Gruppe der Ferromeridiane bzw. der ptolemäischen Ausgangsmeridiane und die Meridiane von *Kap Verde*, *Teneriffa* und *Porto Santo*

Im Laufe der Zeit traten zahlreiche Ausgangsmeridiane mit unterschiedlichen Definitionen in dieser Gruppe auf. Die meisten dieser Meridiane waren verdeckte Meridiane von *Alexandria* oder *Paris*. Sie werden am besten als Gruppe der Ferromeridiane zu bezeichnen sein und sind nachstehend von Westen nach Osten beschrieben. Da sich auf einem kleinen Längenbereich mehrere Ausgangsmeridiane drängen wurden diese, um eine bessere Übersicht zu erreichen, in Abbildung 5-17 gesondert dargestellt. Die Lage der *Kanarischen Inseln* und *Porto Santos* zeigt Abbildung 5-18.

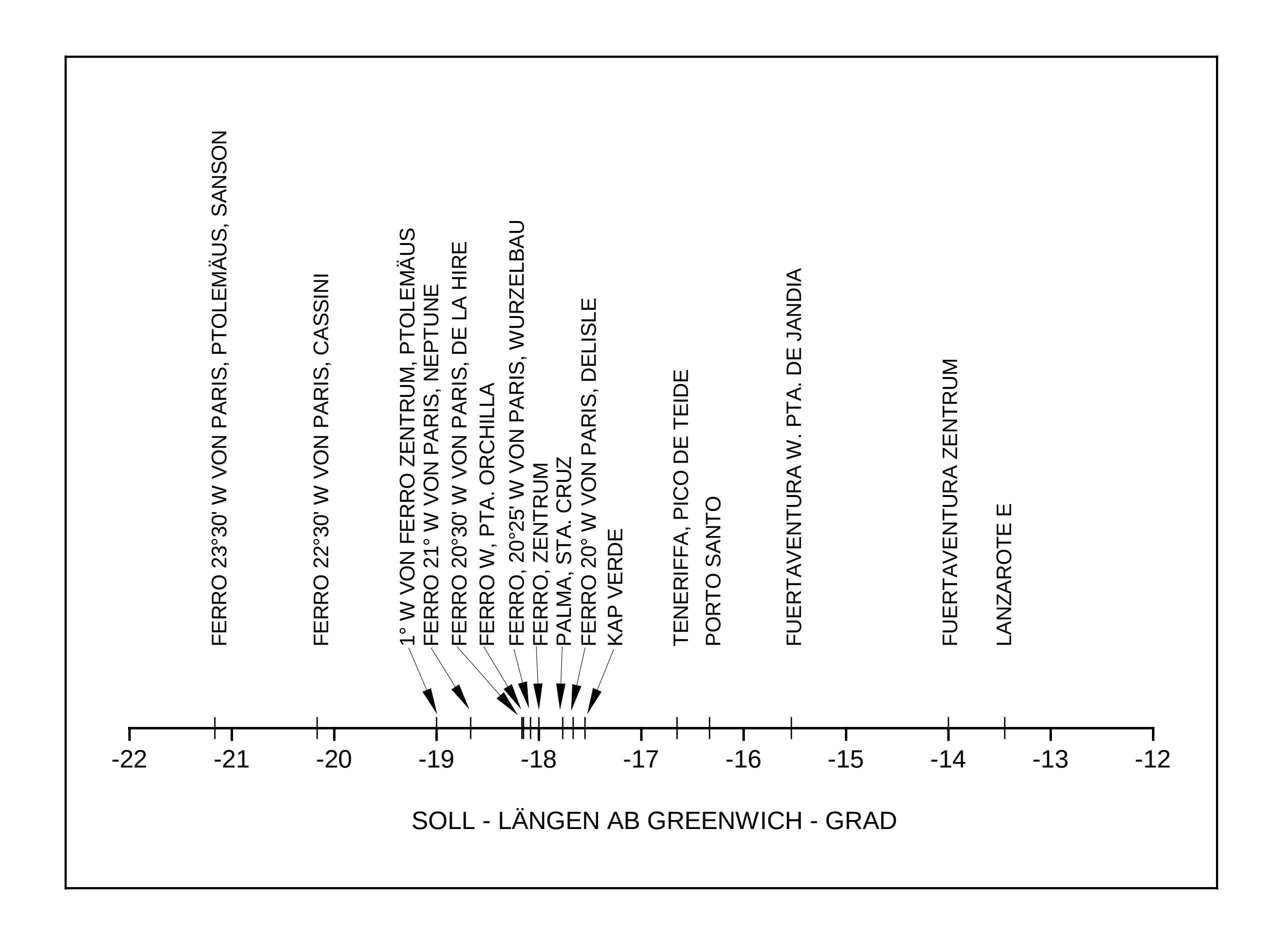


Abb. 5-17: Die Ausgangsmeridiane der Längenzählung der *Kanarischen Inseln* bzw. der *Insulae Fortunatae* mit *Porto Santo* und dem *Kap Verde*.

Der Meridian 23°30' westlich von Paris, 21°10' westlich von Greenwich

Dies ist der alte - auf Paris bezogene - ptolemäische Meridian. *Paris* liegt bei *Ptolemäus* auf dieser Länge. Er wird in neuerer Zeit nur von *Christian Sandler* für die Reisekarte <Postarum diverticula per Germaniam> des Seutter-Verlags erwähnt. In seinem Verzeichnis der Karten dieses Verlages ist sie unter Nr. 229 angeführt. Weitere Angaben fehlen, die Karte konnte nicht gefunden werden [SANDLER 1882-1890, S. 20].

Auch im Atlas Nicolas Sansons von 1683 (Erstausgabe 1648) zeigen die Karten Frankreichs *Paris* auf 23°06' und jene Europas auf 23°. Die Karten dieses Atlas zeigen einen geschlossenen Fehlerverlauf mit einer mittleren Standardabweichung der Residuen von nur ±1°. Es ist daher wahrscheinlich, daß die meisten Karten auf diesen Ausgangsmeridian bezogen sind. Auch die Europakarte im Atlas von *G. Delisle* zeigt *Paris* auf 23°30'

Festgestellte Ausgangsmeridiane 23°30' westlich von *Paris*:

- *Nicolas Sanson*, 1683, Atlas (Erstausgabe 1648), Karten von Europa und Frankreich
- *Guillaume Delisle*, 1730, Europakarte (Erstausgabe 1700) des 'Atlas Nouveau',
- *Johann Philip v. Wurzelbau*, 1719, Tabelle b, ‹Catalogus Locorum›, in 'Uranies Noricae Basis Astronomica'

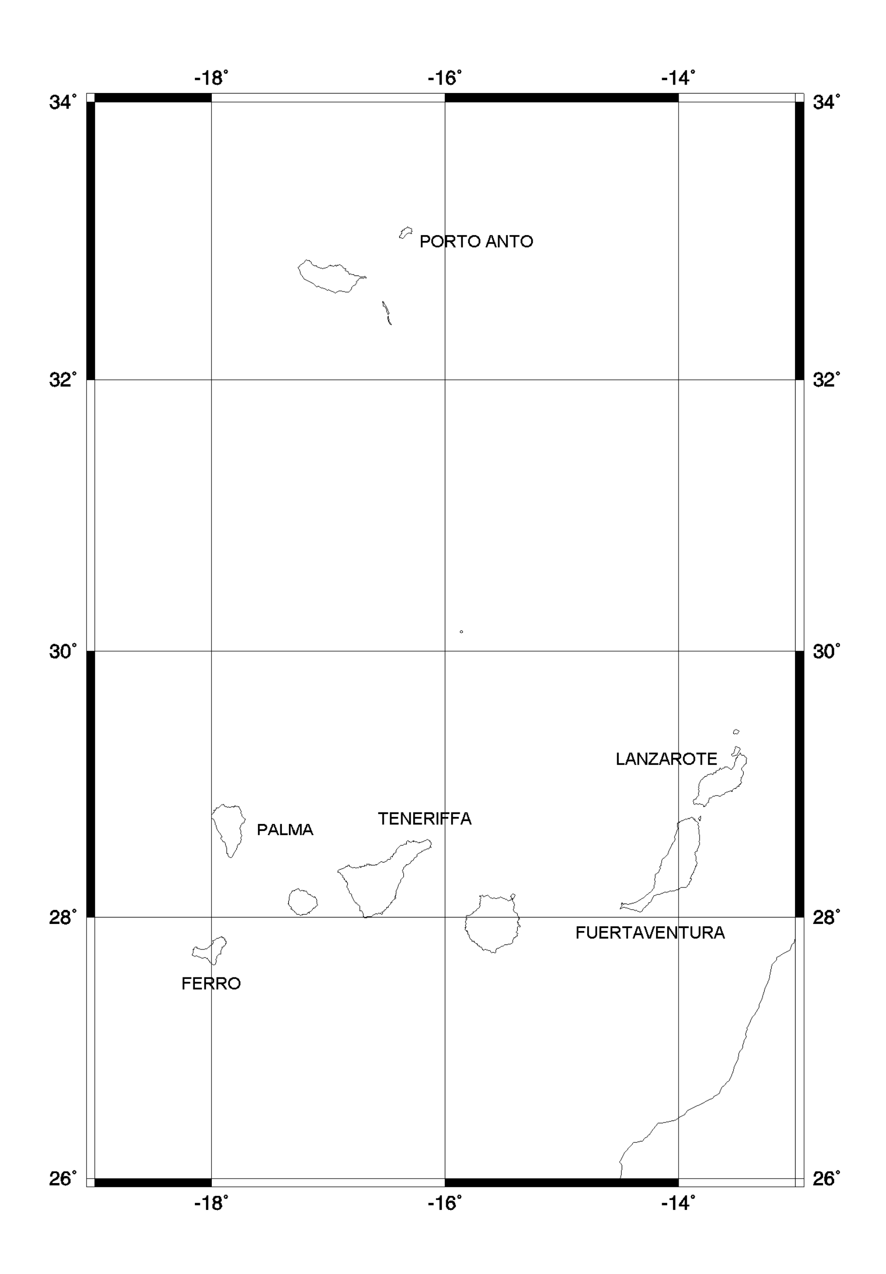


Abb. 5-18: Die Inselgruppe der *Kanaren* bzw. der *Insulae Fortunatae* mit *Porto Santo*

Der 'Meridianus primus Ptolomaico', $^{1}/_{16}$ des Erdumfangs oder 22°30' westlich des Observatoriums von Paris, 20°10' westlich von Greenwich

Diese Definition des Ausgangsmeridians wurde lange von der Akademie der Wissenschaften in *Paris* favorisiert und wurde auch von *J.-D. Cassini* (1625-1712) verwendet. Nach *Johann Philip v. Wurzelbau* ging *Cassini* von den ptolemäischen Längen von 23°30' und 24°30' für *Paris* und *Marseille* aus. Aus Beobachtungen des ersten Jupitersatelliten ergab sich die Längendifferenz zwischen den beiden Orten aber mit 3°. Um diese Differenz auszugleichen, hat *Cassini Paris* auf 22°30' und *Marseille* auf 25°30' verlegt /WURZELBAU 1719/.

Auch *J. G. Doppelmayer* verwendete diesen Meridian. Seine Erklärung auf der Weltkarte lautet ' ... secundum Longitudines à Meridiano primo Ptolomaico, quem circa Insulam Fer ab Observatorio *Paris*iensi non incongrue in parte aliquota (nec sine ratione) decima sexta circuli parte vel 22 ½ gradibus elongatum supponit celeberrimus Astronomus D. Jo. Dominicus Casinus, ut et secundum Latitudines ex observationibus Astronomicis recentioribus, quas Diaria Eruditorum et alia Scripta exhibent, deductos' (... entsprechend den Längen vom ersten ptolemäischen Meridian an, den der sehr berühmte Astronom *D. Jo. Dominicus Casinus* in der Nähe der Insel *Ferro* vom Pariser Observatorium, nicht unpassend und nicht ohne Überlegung, in Bruchzahl nämlich den 16. Teil eines Kreises oder 22½ Grad so verschoben hat, daß weiters die geographischen Breiten aus den jüngeren astronomischen Beobachtungen, welche die täglichen Aufzeichnungen und andere Schriften der Gelehrten enthalten, entnommen werden können).

Festgestellte Ferromeridiane 22°30' westlich von *Paris*

- *Cassini (Jr. ?)* 1693, Titel nicht genau bekannt, Werte nach *Sandler* [SANDLER 1905]
- *Johann Philipp von Wurzelbau*, 1719, 'Uranies Noricae Basis Astronomica' in Tabelle (b)
- *Johann Gabriel Doppelmayer*, 1716/1722, Weltkarte: \Basis Geographiæ Recentioris Astronomica\, im 'Atlas novus' von *Homann*.

Der Ausgangsmeridian des Claudius Ptolemäus, 19° westlich von Greenwich

Folgende Eigenschaften des ptolemäischen Ausgangsmeridians sind bekannt:

- er liegt 60½° westlich von *Alexandria*, ein Abstand, den noch *Mercator* beibehielt, da er annahm, *Ptolemäus* habe ihn besonders genau bestimmt.
- es handelt sich um einen Meridian der *Insulae Fortunatae*, die allgemein mit den *Kanarischen Inseln* gleichgesetzt werden und
- alle sechs Inseln der *Kanaren* weisen bei *Ptolemäus* eine Länge von 1° Ost auf und liegen zwischen 10°30' und 16° Nord.

Diese Angaben lassen verschiedene Interpretationen zu die in Abschnitt 4.1 genauer erörtert wurden. Für diese Untersuchung wurde der Meridian 19° westlich von *Greenwich* als ptolemäischer Ausgangsmeridian gewählt, da er den Karten der ptolemäischen Geographie zu Beginn der Neuzeit am besten entspricht.

Einen Sonderfall stellen die ‹Tabulae Alfonsinae› dar. Sie verwenden zwar den Ausgangsmeridian des *Ptolemäus* und folgen seinen Ortskoordinaten bis etwa auf die Länge von *Nürnberg*, stellen aber von da ab bis zum Ost-Ende des Mittelmeers die Verhältnisse in ihrer Tendenz richtig dar. Dies hat zur Folge, daß die alte ptolemäische Definition des Ausgangsmeridians mit 60½° westlich von *Alexandria* für diese Tafeln nicht mehr stimmt. *Alexandria* hat in den ‹Tabulae Alfonsinae› den Längenwert $51^{1}/_{3}$° Ost.

Festgestellte Ausgangsmeridiane des *Ptolemäus*, 19° westlich von *Greenwich*

- *Claudius Ptolemäus*, 15. Jahrhundert, Tabelle des ‹Codex Latinus› der UB Valencia,
- *Erhard Radolt*, 1483, ‹Tabulae astronomicae Alfontij regis castellae›
- *Peter Liechtenstein*, 1518, ‹Tabulae Astronomicae Diui Alfonsi | Regis Romanorum et Castelle›
- *Gemma Frisius*, 1530, 'De principiis Astronomiae & Cosmographiae'
- *Petrus Apianus*, 1524, 'Liber Cosmographicus' und 'Cosmographia Petri Apiani', 1553
- *Gerhard Mercator*, Atlas, 1595, Teil: Ptolemäische Geographie
- *Bernhard Varenius*, 1664, 1693 und 1715, 'Geographia Generalis' (Erstausgabe 1650)

Der Meridian 21° westlich von Paris, 18°40' westlich von Greenwich

Dieser Meridian wurde als Ausgangsmeridian der Seekarten des 'Neptune Francais' verwendet [SANDLER 1905], die jedoch in dieser Arbeit nicht ausgewertet wurden. Auch *Johann Caspar Eisenschmid* verwendete in seiner Karte \Tabula Novissima Totius Germaniae\, erschienen bei *Homann* nach 1720, diesen Ausgangsmeridian. Nach einer Notiz auf der Karte versuchte er, damit einen Mittelweg zwischen *Cassini* (22°30') und *de la Hire* (20°30') einzuschlagen und eine ganze Zahl für die Länge von *Paris* zu erhalten.

Festgestellter Ausgangsmeridian 21° westlich von *Paris*

- *Johann Caspar Eisenschmid*, vor 1712, veröffentlicht ab ca. 1720, Karte \Tabula Novissima Totius Germaniae\

Der Meridian Philippe de la Hires, der West-Spitze von Ferro (Punta Orchilla) 20°30' westlich von Paris, 18°10' westlich von Greenwich

Nach *Johann Philipp von Wurzelbau* stellte der Mathematiker *de la Hire* fest, daß der Abstand zwischen *Paris* und *Ferro* nach *Cassini* mit 22°30' immer noch zu groß sei und verringerte ihn um 2° auf 20°30' westlich von *Paris* /WURZELBAU 1719, S. 53/. Wo *de la Hire* diesen Meridian verwendete, konnte nicht festgestellt werden. In den ‹Regiae Scientiarum Academiae | Ephemerides, 1701› und den Ephemeriden ‹Tabulae | Astronomicae | Ludovici Magni› von 1727 (zweite Ausgabe) geht er notwendigerweise bei der Längenzählung vom Observatorium in *Paris* aus. Die *Insula Ferri Fortunat*. ist aber jeweils mit 1^h22' entsprechend 20°30' westlich von *Paris* eingetragen.

Der Meridian der West-Spitze von Ferro (Punta Orchilla), 18°09' westlich von Greenwich

Bei den Meridianen mit der Bezeichnung 'Occidentalissima pars insularum Fortunatarum ad Ins. Ferri' (Der westlichste Teil der *Kanarischen Inseln* bei der Insel *Ferro*) oder ähnlichen Beschreibungen handelt es sich um den mit Befehl *König Ludwig XIII.* 1634 festgelegten Meridian der Westspitze von *Ferro* (*Punta Orchilla*). Die Problematik dieses Ausgangsmeridians lag in der Tatsache, daß noch hundert Jahre nach seiner Verordnung als alleiniger Ausgangsmeridian für französische Kartographen sein Abstand zum Festland nicht genügend genau bestimmt werden konnte, um den Ansprüchen zu genügen. Alle Ferromeridiane, die als verdeckte Meridiane von *Paris* konzipiert waren, beziehen sich im Grund auf diesen Meridian. Nur die oben erwähnte Unsicherheit seiner Lage zum europäischen Festland ergab jeweils, wenn sich die Ansichten über diesen Längenunterschied änderten, einen neuen Ferromeridian. *Johann Gabriel Doppelmayer* schreibt in der 'Einleitung zur Geographie' daß *Nicolaus Sanson, Joh. Jaillot*, *Joh. De Fer* und *Hermann Moll Ferro* als Ausgangspunkt der Längenzählung verwendeten. ' ... die äußerste Insul von den Canarien / nemlich die Insul Ferro oder Fer dazu bestimmet / dann sie sagen / wie nun man diese 7. Insulen die so nahe beysammen liegen / zertheilen sollte / sonsten sind auch die Frantzosen / nachdem anno 1634. Von ihrem König / damahlen Ludwig dem XIII. publicirten Edikt beordert worden / dieser Insul Fer als die äusserste von den Canarischen Insulen zu ihrem Meridiane Primo zu nehmen' /DOPPELMAYER 1737/.

Auch heute noch scheint die Länge der *Punta Orchilla*, der westlichsten Landspitze von *Ferro*, nicht ganz genau bekannt zu sein. Der heute öfters angeführte Wert von 17°39'46" westlich von *Greenwich* ist nur der auf diesen Meridian umgerechnete Wert *Guillaume Delisles* mit 20° westlich von *Paris*. Der westlichste, genau vermessene Punkt scheint der *Faro de Orchilla*, ein Leuchtturm auf den Lavafeldern des *Vulkans Orchilla*, mit 18°08'37" westlich von *Greenwich* zu sein. Das etwa 400 m (ca. 15") weiter westlich liegende Denkmal zur Erinnerung an den Ferromeridian wurde 1989 ohne genaue Vermessung in Sichtweite des Leuchtturms errichtet und steht nicht am westlichsten Punkt *Ferro*s [HESS und TWAROCH, 1998]. Nach der Karte 1 : 50.000 des Instituto Geografico Nacional von 1979, vergrößert auf 1 : 25.000, liegt die *Punta de Orchilla* etwa 49" westlich des Faro und hat somit die Länge 18°09'26".

Wie schwierig es auch in neuerer Zeit noch war, den Ferromeridian nach der Definition von *Delisle* für die Landesvermessung einheitlich festzulegen, zeigen folgende Beispiele:

- die deutschen Kartenwerke vor dem ersten Weltkrieg nahmen den Ferromeridian mit 17°39'59,41" westlich von *Greenwich* an.
- das ehemalige Militärgeographische Institut in *Wien* verwendete den Wert von 17°39'45,02"
- die Ausgleichung des zentraleuropäischen Längennetzes durch *Th. Albrecht* 1904 ergab 17°39'46,02" westlich von *Greenwich*
- auf Grund einer Untersuchung von *K. Ledersteger* wurde der Längenunterschied zwischen *Greenwich* und *Ferro* in Österreich mit Erlaß des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen 1957 mit 17°40'00" festgelegt [ZEGER 1983].

Man findet nur sehr wenige Meridiane der West-Spitze von *Ferro*, wie z. B. bei *Coronelli*, die sich nicht offensichtlich auf *Paris* beziehen. Da sich *Paris* in *Coronellis* Atlas unter verschiedenen, leicht unterschiedlichen Längen findet, ist ein Bezug auf dessen Observatorium, trotz seiner Bekanntschaft mit den französischen Kartographen nicht anzunehmen.

Festgestellte Ausgangsmeridiane der West-Spitze von *Ferro (Punta Orchilla)*, 18°09' westlich von *Greenwich*

- *Nicolas Sanson*, 1683, Teilatlas 'L' Afrique | En Plusieurs Cartes' (Erstausgabe 1656),
- *Vincenzo Coronelli*, 1688, Globus
- Vincenzo Coronelli, 1692, Atlas 'Corso Geografico Universale' Welt, Europa, Atlantik und Afrikakarte
- *Guillaume Delisle*, 1714 <Hemisphere Septentrional | pour voir plus distinctement | Les Terres Arctiques | Par Guillaume Delisle ... >

Der Meridian Johann Philip von Wurzelbaus, der West-Spitze von Ferro (Punta Orchilla), 20°25' westlich von Paris, 18°05' westlich von Greenwich

Johann Philip Wurzelbaus Überlegungen zu diesem Ausgangsmeridian sind in Abschnitt 4.8.2.1 zusammengefaßt.

Festgestellter Ausgangsmeridian 20°25' westlich von *Paris*,

- *Johann Philip von Wurzelbau*, 1719 Tabelle (a), ‹Catalogus Locorum› in 'Uranies Noricae Basis Astronomica'

Der Ausgangsmeridian über die Insel Ferro, 18° westlich von Greenwich

Dieser Meridian dürfte, bevor die wissenschaftlichen Längenbestimmungen begannen und in Frankreich die West-Spitze von *Ferro* als verbindlich für die Längenzählung erklärt wurde, in der Praxis sehr oft verwendet worden sein. Nach *Heinrich Haag* zeigen zwei Tafeln im Portulan Baptista Agneses eine 'linea meridionals

Ptolemei', die über *Ferro* verläuft [HAAG 1913, S. 45]. Diese Angaben konnten nicht überprüft werden. Bei *Johann Matthias Hase* verläuft der Ausgangsmeridian über die Mitte der *Insel Ferro* und trägt die Beschriftung 'Meridianus Primus per Insulam Ferri transiens' (Ausgangsmeridian über die *Insel Ferro* verlaufend). Da aber *Paris* auf 20° Ost liegt, handelt es sich auch hier um einen verdeckten Meridian von *Paris*.

Festgestellter Ausgangsmeridian über die Insel Ferro, 18° westlich von *Greenwich*

- *Johann Matthias Hase* (*Haas, Hasius*), 1737-1746, Erdteilkarten von Afrika und Amerika, auch die Karte von Europa gehört zu diesem System, zeigt aber den Ausgangsmeridian nicht.
- Conv.to Agustino de la Laguna, 1780, 'Mapa con Planos y Vistar de las Yslas de Canaria ...',

Der Meridian von Palma (Santa Cruz), 17°46' westlich von Greenwich

Mercator verwendete in seiner doppelherzförmigen Weltkarte <Orbis Imago> von 1538 und in der Europakarte von 1554 einen ptolemäischen Ausgangsmeridian, dessen Lage aber direkt nicht genau feststellbar ist. Die Bestimmung dieses Ausgangsmeridians als Meridian von *Palma* wird in Abschnitt 4.4.2 beschrieben.

Auf der Karte <Las Islas Canarias Bajo el Signo de Cancer> von *Leonardo Torriani* (1588) wird die Inselgruppe der *Kanaren* in Form eines Krebses dargestellt. 'Il primo Meri ... diano' geht durch das Zentrum von *Palma*, während *Ferro* etwas weiter östlich liegt.

P. Johann Baptista Riccioli, S. J. stellt in der ‹Tabula Latidudinum et Longitudinum nova› von 1689 zum Ausgangsmeridian fest: 'Longitudo verò ab Insula Palma Fortunatarum | ... | Computata' (Die Länge wird ab der *Insel Palma* der *Kanaren* gerechnet). Nach *Johann Philip von Wurzelbau* hat *Riccioli* für die *Insel Gore* am *Kap Verde* mit dem Wert von 19°25' westlich von *Paris* gerechnet, die Differenz zu *Ferro* aber mit 1°05' angenommen, so daß er wie *de la Hire* für *Ferro*/*Palma* 20°30' westlich von *Paris* erhielt /WURZELBAU 1719/. Durch die Wahl von *Palma*, das er wie *Ferro* auf 0° setzt, vergrößert er allerdings den Fehler auf 24'.

In den ‹Tabellæ Geographicæ› führt *P. Heinrich Scherer S.J.* unter den 'Insulae Maris Atlantici' die Insel *Palma* mit der Länge 0°0' an und stellt fest, daß die Geographen einst den Ausgangsmeridian durch diese Insel legten. *Ferro* beschreibt er als ' ... sit in occidentem remotissimum ... ' (... ist im äußersten Westen gelegen ...) und gibt die Länge mit 316° an; ein weiteres Beispiel für die Nachlässigkeit bei der Redaktion der Tabelle (vgl. Abschnitt 2.5.2). In Teil V der 'Geographica Artificialis' stellt er fest, daß er beim Ausgangsmeridian *P. Riccioli S.J.* folge, der diesen durch *Palma* legte /SCHERER 1703/. Die Inselmeridiane sind auch in beiden Tabellen identisch, nur ist der Länge von *Ferro* bei *Riccioli* richtig mit 0° 0' angegeben.

J. G. Doppelmayer (1677-1750) schreibt in der 'Einleitung zur Geographie', daß *Mercator* und *Riccioli* den Ausgangsmeridian von *Palma* verwendet hätten 'weilen in dieser der erste Seehafen von Europa aus ist / wo die Schiffe anländen / und frischen Proviant holen' /DOPPELMAYER 1737/.

Festgestellter Ausgangsmeridian von *Palma, Kanaren*

- *Gerhard Mercator*, 1554/1572, Europakarte <Europae descriptio>
- *Leonardo Torriani*, 1588, Karte der *Kanaren* <Las Islas Canarias Bajo el Signo de Cancer>
- *P. Johann Baptista Riccioli*, *S. J.*, 1689, ‹Tabula Latidudinum et Longitudinum nova›
- *P. Heinrich Scherer S.J.*, 1703, ‹Tabellæ Geographicæ›

Der Ferromeridian nach Delisle, 20° westlich von Paris, 17°40' westlich von Greenwich

Dieser Meridian ist als reiner Meridian der Sternwarte von *Paris* konzipiert und wurde 1724 vom französischen Geographen *G. Delisle* vorgeschlagen. Er verläuft etwas östlich von *Ferro* durch das Meer. Dieser Me

ridian gewann rasch an Bedeutung und wurde, mit Ausnahme der Seekarten und der Karten Englands, im 19. Jahrhundert am Kontinent fast ausschließlich verwendet. Auch in Abschnitt 6.2 ist die größte Gruppe der auf ihre Ausgangsmeridiane untersuchten Karten auf diesen Meridian bezogen.

Festgestellter Ausgangsmeridian von *Ferro*, 20° westlich von *Paris*

- *Guillaume Delisle*, 1722/1763, Welt- Amerika- und Afrikakarte
- *Johann Matthias Hase*, nach 1737, Europa- und Amerikakarte
- *Jean-Baptiste d'Anville*, 1780, Atlas
- *Franz Anton Schrämbl*, 1800, Atlas

Der Meridian von Kap Verde, 17°33' westlich von Greenwich

Dieser Meridian wurde 1599 von *E. Wright* für seine Karte der *Azoren* verwendet. Am unteren Kartenrand findet sich ober der Längenangabe von 360° eine Textkartusche folgenden Inhalts: 'The beginning of Longitude is taken | from the westmost part of Africa'.

Die Untersuchung einer größeren Anzahl von arabischen geographischen Tabellen aus dem 9. bis 15. Jahrhundert zeigte, daß etwa die Hälfte dieser Tabellen einen Ausgangsmeridian mit der Bezeichnung 'westliche Küste des umgebenden Meeres' besitzt. Ein Längenvergleich zeigt, daß dieser Meridian etwa 10° östlich des ptolemäischen Meridians, dem die andere Hälfte der Tabellen folgt, zu liegen kommt. Da es sich hier mit großer Wahrscheinlichkeit um einen Punkt der afrikanischen Atlantikküste handelt, ist anzunehmen, daß deren westlichster Punkt *Kap Verde*, auch wenn ihn die islamischen Geographen nicht genau kannten, gemeint war [KENNEDY und REGIER 1985].

Festgestellter Ausgangsmeridian von *Kap Verde (Afrika)*

- Edward Wright, 1599, <The voyage of the right Honorable | the Earle of Cumberland to the | ilands Azores A. D . 1589>

Der Meridian des Pico de Teide auf Teneriffa, 16°39' westlich von Greenwich

Dies ist der erste Ausgangsmeridian, der durch eine eindeutig festgelegte Landmarke definiert war. Der *Pico de Teide* ist mit 3718 m Seehöhe weithin sichtbar und wurde, da er direkt aus dem Meer aufsteigt, lange für den höchsten Berg der Erde gehalten.

Johann Blaeu gibt im großen Atlas von 1663 diesen Meridian als Ausgangsmeridian des Atlas an. Im Textteil, Band 1 nicht paginiert, steht: 'La longitude de quelque lieu est un arc de l'Equteur terrestre compris entre deux demi - Meridiens, tirez d'un Pole à l'autre; dont l'un passe par la haute montagne apellée Pico de Teide en Teneriffe, l'une des isles Canaries, & l'autre par le lieu proposé. Or la longtude se conte d'ossident vers Orient, jusqu'à ce qu'on retourne au mesme demi-Meridien, par 360 degrez'. Dieser Meridian liegt 16°39' westlich von *Greenwich* und wurde vor allem von den Niederländern häufig verwendet. *Johann Gabriel Doppelmayer* bemerkt im Homann-Atlas von 1737 zu *Teneriffa: Fischer, Witt, Danckert* und *Valck* hätten ' … den Meridian dieser Insel weil sie wegen des höchsten Berges in der Welt als der Pico, der 2. Meilen hoch sein soll / gar notabel ist / dazu erwählet.' /DOPPELMAYER 1737/.

Festgestellter Ausgangsmeridian des *Pico de Teneriffa , Kanaren*

- *Jean Blaeu*, 1663, Atlas in 12 Bänden, Erdteilkarten von Europa und Afrika
- *Frederik de Wit*, nach 1670, Atlas nicht datiert, alle Karten
- *Christoph Weige*l, 1720, 'Atlas scholasticus', Erdteilkarten von Afrika und Amerika
- *Matthäus Seutter*, 1730, 'Atlas Novus' Erdteilkarte von Afrika

- *Johann Baptist Homann*, zwischen 1731 und 1742, 'Atlas Novus' Erdteilkarte von Afrika. Die Europakarte bildet mit Afrika ein konsistentes Längensystem
- Conv.[to] Agustino de la Laguna, 1780, <Mapa con Planos y Vistar de las Yslas de Canaria ...>

Der Meridian von Porto Santo, 16°20' westlich von Greenwich

Auf der Weltkarte *Martin Waldseemüllers* von 1507, eine Wandkarte auf 12 Blättern, verläuft der Ausgangsmeridian, wie die Reproduktion 4-6, im Anhang zeigt, über die *Insel Porto Santo*, nordwestlich von *Madeira*. Der Meridian verläuft auch noch auf der Höhe von *Kap Verde* durch eine nicht zu identifizierende Insel zwischen den *Kap Verden* und dem *Kap*. Da die anderen Werte der Karte weitgehend den ptolemäischen Längenwerten entsprechen, handelt es sich auch hier um den Ausgangsmeridian des *Ptolemäus*, ein früher Versuch die *Kanarischen Inseln* und *Madeira* realistischer darzustellen als dies bei *Ptolemäus* der Fall war.

Festgestellter Ausgangsmeridian von *Porto Santo, Madeira*:

- *Martin Waldseemüller*, 1507, Weltkarte <Universalis Cosmographia> auf 12 Blättern
- *Johannes Ruysch*, ca. 1508, \Vni-| versalior | Cogniti Orbis | Tabvla\. Da der Ausgangsmeridian auch das *Kap Verde* berührt, ist der beabsichtigte Beginn der Längenzählung nicht eindeutig zu bestimmen, die Wahrscheinlichkeit spricht aber für *Porto Santo*, da die etwa gleichzeitigen Karten von *M. Waldseemüller* auch die Längen von diesem Meridian an zählen.
- *Martin Waldseemüller*, 1516, Weltkarte <Carta Marina Navigatoria> auf 12 Blättern

Der Meridian von Fuertaventura (Zentrum), 14° westlich von Greenwich und der West-Spitze (Punta de Jandia) 14°32' westlich von Greenwich

Dieser Ausgangsmeridian liegt etwas östlich des Zentrums der *Kanaren* und wurde, gelegentlich mit leichten Abweichungen, im 16. Jahrhunderts einige Male verwendet. Auf Blatt 8 des Atlas von *Battista Agnese*, 2. Hälfte des 16. Jahrhunderts, verläuft der Ausgangsmeridian über die West-Spitze von *Fuertaventura*. Diese Karte eignet sich nicht für weitere Auswertungen. Auf dem Globus *Gerhard Mercators* aus dem Jahre 1541 verläuft er über die Mitte von *Fuertaventura*. Der gleiche Ausgangsmeridian wurde wahrscheinlich auch für die Weltkarte <Orbis Imago> von 1538 verwendet. Auch dort verläuft der Ausgangsmeridian etwas außermittig östlich des Zentrums der *Kanaren* kann aber, da nur der Schriftzug 'Insulae Canariae' eingetragen ist, nicht sicher bestimmt werden. Siehe auch Abschnitt 4.4.2. Bei *M. Tramezini* ist der Ausgangsmeridian durch die West-Spitze der Insel fixiert.

Festgestellter Ausgangsmeridian von *Fuertaventura, Kanaren*:

- *Gerhard Mercator*, 1538, <Orbis Imago>
- *Gerhard Mercator*, 1541, <Globus>
- *Michele Tramezini*, 1554, «Planigloben» (*Punta de Jandia*)
- *Gerard de Jode*, 1578, Weltkarte \Vniversali Orbis ... Effigies\ nicht sicher
- *Battista Agnese*, 2. Hälfte des 16. Jh., Atlas UB Bologna, Blatt 8

Der Meridian des Zentrum von Lanzarote, 13°38' westlich von Greenwich und der Ostküste, 13°27' westlich von Greenwich

Dieser Meridian taucht vor allem in den verschiedenen Ausgaben des Ptolemäus im 16. Jahrhundert auf. Die Inseln sind nicht gekennzeichnet, und manchmal liegen mehrere Inseln am Ost-Rand der *Kanaren* auf der gleichen Länge. Da diese Weltkarten meist nur die Großregionen bezeichnen, kaum meßbare Punkte aufweisen und zum Teil überhaupt keine Längengradierung zeigen, war eine weitere Auswertung nicht möglich.

Festgestellter Ausgangsmeridian von *Lanzarote* Zentrum und Ostküste, Kanaren

- *Juan Vespucci*, 1524, Weltkarte «Totivs. Orbis. Descriptio» (Zentrum von Lanzarote)
- *Claudius Ptolemäus*, Basel, 1540, Weltkarte «Typus Orbis Vniversalis»
- *Claudius Ptolemäus*, Venedig, 1548, Weltkarte «Vniversale Novo»

5.5.4 Die Festlandsmeridiane

Der Meridian von Toledo, 4°02' westlich von Greenwich

Dieser Meridian hatte im Mittelalter eine große Bedeutung, da der Astronom *Ibn az-Zarqala* (*Arzachel*) um 1075 seine Ephemeriden auf den Meridian von *Toledo* bezog. Diese Tafeln wurden dann um die Mitte des 13. Jahrhunderts in die ‹Tabulae Alfonsinae› eingearbeitet, die bis zum Beginn der Neuzeit eine weite Verbreitung hatten. Die Ortstabellen der Ephemeriden des *Johannes Regiomontan* sind in ihren verschiedenen Ausgaben auch auf unterschiedliche Ausgangsmeridiane bezogen. Die in *Venedig* 1498 erschienene Tabelle zeigt *Toledo* als Ausgangsmeridian.

Festgestellter Ausgangsmeridian von *Toledo*

- *Johannes Regiomontanus*, 1498, Die ‹Tabula Regionum Prouinciarum ac Ciuitatum insigniorum ..›
- *Richard Hakluyt*, 1587, Amerikakarte «Novvs Orbis»
- *Gerard de Jode*, 1593, Weltkarte «Hemispherivm De Aequinoctiali Linea, Ad Circvlvm Poli | Arctici»

Der Meridian von London, 0°10' westlich von Greenwich

Bevor der Meridian von *Greenwich* im 18. Jahrhundert in England und für Seekarten allgemeiner Standard wurde, zählte man in England die Längen entweder vom *Kap Lizard* oder von *London*, bestimmt durch die Kuppel von *St. Pauls Cathedral* aus. Eine Karte mit diesem Ausgangsmeridian wurde nicht gefunden. Es dürfte außerdem schwierig sein, falls der Ausgangsmeridian nicht angegeben ist, diesen Meridian von jenem von *Greenwich* zu unterscheiden.

Der Meridian von Greenwich, 0°00'

Der Meridian von *Greenwich* wurde in England und für die Seekarten seit der Errichtung der königlichen Sternwarte 1665 häufig verwendet. Nach einer Reihe von Versuchen, sich auf einen gemeinsamen Ausgangsmeridian zu einigen, kamen auf der internationalen Meridiankonferenz von *Washington* 1884 die meisten Staaten überein, *Greenwich* als Ausgangsmeridian der Längenzählung zu verwenden. Erst auf den internationalen Weltkartenkonferenzen von 1911 und 1913 erfolgte die endgültige Einigung auf *Greenwich* (s. Abschnitt 2.3).

Da die Verwendung von *Greenwich* am Kontinent aber erst in die Zeit fällt, in der die Genauigkeit der Landkarten eine Bestimmung der Ausgangsmeridiane ohne Schwierigkeiten ermöglicht, wird dieser Meridian hier nicht weiter behandelt.

Der Meridian von Paris, 2°20' östlich von Greenwich

Dieser Meridian ist, kartographiegeschichtlich gesehen, neben den ptolemäischen Ausgangsmeridianen die wichtigste Ausgangslinie der Längenzählung und wurde vor allem von französischen Astronomen und Kartographen benutzt. Er war seit 1669 durch das Meridianinstrument der Pariser Sternwarte definiert. Seine weite Verbreitung am europäischen Kontinent verdankt er vor allem den Arbeiten dieser Sternwarte und den von der

königlichen Akademie der Wissenschaften finanzierten Forschungsreisen zur wissenschaftlichen Bestimmung der Längenwerte in entlegenen Gebieten. Er war auch der Bezugsmeridian einer ganzen Reihe von Inselmeridianen, die damit verdeckte Meridiane von *Paris* waren.

Festgestellte Ausgangsmeridiane von *Paris*

- ‹La Connoissance des Temps› 1683-1750, verschiedene Jahrgänge
- *Cassini*, 1693, genauer Titel nicht bekannt, nach [SANDLER 1905]
- *Philippe de la Hire*, 1701, ‹Regiae Scientiarum Academiae ... ›
- *Jacques Cassini*, 1723, ‹Table Premiére. | de la Différence des Méridiens | entre l'Observatoire Royal de Paris & les pricipaux lieux | de la Terre; ... ›
- *Philippe. de la Hire*, 1727, ‹Tabulæ Astronomicæ Ludovici Magni›

Der Meridian von Tübingen, 9°04' östlich von Greenwich

Der Meridian von *Tübingen* wurde 1518 von *Johann Stöffler*, er lehrte an der an der Universität *Tübingen* Mathematik, für sein 'Calendarium Romanum magnum' gewählt.

Festgestellter Ausgangsmeridian von *Tübingen*

- *Johann Stöffler*, 1518, ‹Calendarium Romanum magnum›

Der Meridian von Nürnberg, 11°05' östlich von Greenwich

Das ‹Kalendarium magistri Joannis de monteregio viri pertissimi› von *Johannes Regiomontan* (1496) ist auf den Meridian von *Nürnberg* bezogen. *Johann Philipp von Wurzelbau* gibt in Tabelle (b) der ‹Uranies Noricae Basis Astronomica› zusätzlich zum Ausgangsmeridian *Cassinis* 22°30' westlich von *Paris* auch die Zeitunterschiede zu *Nürnberg* an /WURZELBAU 1719/.

Festgestellter Ausgangsmeridian von *Nürnberg*

- *Johannes Regiomontan*, 1496, ‹Kalendarium magistri Joannis de monteregio›
- *Johann Philipp von Wurzelbau*, 1719, ‹Uranies Noricae Basis Astronomica› in Tabelle (b)

Der Meridian von Uranienburg, 12°43' östlich von Greenwich

Johannes Kepler wertete zuerst in *Prag* im Auftrag *Tycho Brahes* und nach dessen Tod (1601) selbständig dessen auf *Uranienburg* bezogene Aufzeichnungen aus. Aus diesem Grund beziehen sich auch die 'Tabulæ Rudolphinæ' von 1627 auf den Meridian dieser Sternwarte auf der *Sundinsel Hven*. Auch die später von *P. Eckebrecht* bis 1630 weitgehend fertiggestellte Weltkarte, sie wurde aber erst nach 1658 herausgegeben, hat *Uranienburg* als Ausgangsmeridian. Der Ausgangsmeridian ist im ‹Catalogus Locorum› als 'HUENNA (URANIBURGUM) sedes Astronomiæ TYCHONICÆ' unter der Länge 0.0 Ho.Mi. angeführt.

Festgestellte Ausgangsmeridiane von *Uranienburg*

- *Johannes Kepler*, 1627, ‹Tabulæ Rudolphinæ›
- *Johannes Kepler*, 1630, Weltkarte <Noua Orbis Terrarum Delineatio>, erschienen nach 1658

6 Die Bestimmung der Ausgangsmeridiane von Regionalkarten

Die Bestimmung der Ausgangsmeridiane der Längenzählung bei Karten, auf denen dieser Meridian weder angegeben noch dargestellt ist, kann nicht durch einfache Rückrechnung mit den heute üblichen Längenwerten erfolgen. Der Grund dafür liegt in den fehlerhaften Annahmen der alten Kartographen hinsichtlich der Längenverhältnisse im Atlantik, dessen Inseln eine größere Zahl von Ausgangsmeridianen definierten und der unterschiedlichen Fehlerverläufe auf dem europäischen Festland. Der ptolemäische Längenfehler, der die Darstellung Europas auf den alten Karten verzerrte, wurde erst im 16. Jahrhundert verringert und durch die wissenschaftlichen Längenbestimmungen der 'Académie Royale des Sciences a Paris' gegen Ende des 17. Jahrhunderts endgültig beseitigt. Trotz dieser ab etwa 1700 zugänglichen und weitgehend fehlerfreien Werte dauerte es aber noch geraume Zeit, bis diese sich durchsetzten. Einmal wurden ältere Werke ohne Korrektur neu aufgelegt und zum anderen bestand ein vitales finanzielles Interesse der Kartenverlage, die alten Kupferplatten, die einen erheblichen Teil des Betriebsvermögens ausmachten, so lange wie möglich weiter zu verwenden.

Als Beispiel für eine unkritische Neuauflage einer geographischen Tabelle sei die 'Geographia Generalis' von *Bernhard Varenius* angeführt (s. Abschnitt 4.6.2). Diese geographische Tabelle war bereits in der Erstauflage von 1650 völlig veraltet, da sie noch voll in der ptolemäischen Tradition steht und die Verbesserungen, die von *Gerhard Mercator* 1554/1595 und *Johannes Kepler* 1627 am Kartenbild Europas vorgenommen wurden, nicht zur Kenntnis nahm. Diese Tafeln wurden aber häufig neu aufgelegt und die Exemplare von *Jena* 1693 und *Neapel* 1715, beide als 4. Auflage bezeichnet, enthalten immer noch die identischen Tabellen der Ortskoordinaten. Als Beispiel für die Atlantenproduktion sei der 'Atlas Novus' von *J. B. Homann* angeführt. Er wurde zwischen 1731 und 1742 gedruckt und enthält Karten völlig unterschiedlicher Qualität. Die Weltkarte \Basis Geographiæ Recentioris Astronomica\ von *Johann Gabriel Doppelmayer*, sie wurde zwischen 1716 und 1722 fertiggestellt, gibt Europa bis zum Ende des Mittelmeers weitgehend fehlerfrei wieder (s. Abschnitt 4.8.1). Die im gleichen Atlas enthaltenen Erdteilkarten von Europa und Afrika (s. Abschnitt 4.8.5) zeigen die Länge des Mittelmeers aber mit etwa 56° und verschlechtern damit noch *Mercators* Wert von 53°. Auch die Atlanten von *N. Sanson*, *V. Coronelli*, *M. Seutter* und in seinen Erdteilkarten auch *F. de Wit* folgen diesem Schema.

Für die Identifizierung der Ausgangsmeridiane von Regionalkarten hat das aber zur Folge, daß man nicht annehmen kann, wissenschaftliche Längenbestimmungen wären so rasch wie möglich in die Kartenentwürfe eingeflossen. Es ist daher notwendig, bei Karten, die bis gegen Ende des 18. Jahrhunderts erschienen, die Ausgangsmeridiane durch Vergleiche mit Datenreihen zu bestimmen. Diese Vergleichsreihen wurden verschiedenen Welt- und Erdteilkarten entnommen und zeigen meist einen geschlossenen Datenzug vom Ausgangsmeridian bis zum Ost-Ende des Mittelmeers.

Zeigt sich, daß in einem Atlas die Längenwerte der Regionalkarten eine geschlossene Reihe bilden und die Streuung der Einzelwerte noch im Bereich der Streuung der Welt- und Erdteilkarten liegt, so vergleicht man am besten diese Werte mit den auf der CD 'Auswertungen' gespeicherten Längenverlaufsdiagrammen des gleichen Kartographen bzw. den in Tabelle 3-5 im Anhang angeführten Ausgleichspolynomen der Längenverläufe für Mitteleuropa. Ist dies nicht der Fall - das heißt, wenn der Atlas Regionalkarten unterschiedlicher Herkunft, die nicht überarbeitet wurden, enthält - so müssen mit den im Abschnitt 5 enthaltenen Tabellen und Diagrammen die möglichen Ausgangsmeridiane eingegrenzt werden. Die Lage dieser Werte ist dann mit den wahrscheinlichsten Einzeldarstellungen im Hinblick auf ihre Übereinstimmung zu überprüfen.

6.1 *Geschlossene Reihen von Längenwerten*

Nur wenige Atlanten zeigen bei den Regionalkarten ein einheitliches System der Längengradierung, wie z. B. der Atlas *Gerhard Mercators* von 1595 oder der Atlas *Frederick de Wits,* der nach 1670 erschienen ist. In diesen beiden Atlanten lassen sich die Längenwerte der Regionalkarten jeweils einer Datenreihe der im gleichen Atlas eingebundenen Welt- oder Erdteilkarten zuordnen, womit auch deren Ausgangsmeridiane festliegen. Die meisten Herausgeber von Atlanten übernahmen aber bis über die Mitte des 18. Jahrhunderts hinaus ihre Regionalkarten verschiedenen Quellen. Auch wenn diese Karten neu gestochen werden mußten, wurde ihre Längengradierung nicht den Erfordernissen eines einheitlichen Systems angepaßt. Als Beispiel hierfür wurden die Regionalkarten des 1648 erschienenen Atlas von *Joannes Janssonius* untersucht, in dem vier unterschiedliche Ausgangsmeridiane der Längenzählung festgestellt werden konnten.

6.1.1 Die Regionalkarten des Mercator-Atlas von 1595

Die Regionalkarten des Mercator-Atlas bilden eine geschlossene Datenreihe. Da alle Regionalkarten dieses Atlas von *Gerhard Mercator* selbst stammen, war dies auch zu erwarten. Die Längenwerte reichen von *Brest* bis *Istanbul,* und auch in der zweiten Auflage von 1602 wurde der von den Regionalkarten abgedeckte Bereich nicht erweitert. Abbildung 6-1 zeigt einen Vergleich der Längenwerte der Regionalkarten mit den Ausgleichspolynomen der Europakarte von 1554/1572 und der Weltkarte von 1569.

Das Diagramm zeigt, daß die Regionalkarten zum Längensystem der Europakarte von 1554/1572 gehören und damit den Meridian der *Insel Palma* der *Kanaren* zur Ausgangslinie der Längenzählung haben.

6.1.2 Die Regionalkarten des Atlas von *Frederick de Wit,* nach 1670

Auch die Regionalkarten des Atlas von *Frederick de Wit* bilden, vielleicht mit Ausnahme der Karte \Persia\, eine geschlossene Datenreihe. Der untersuchte Längenbereich reicht von *Lissabon* bis *Istanbul*. Abbildung 6-2 zeigt einen Vergleich der Längenwerte der Regionalkarten mit den Ausgleichspolynomen der Erdteilkarten und der Weltkarte des Atlas.

Im Atlas von *de Wit* haben beide Vergleichsdatenreihen den *Pico de Teneriffa* als Ausgangsmeridian. Das Diagramm zeigt, daß die Regionalkarten zum Längensystem der Erdteilkarten gehören und damit auch den Meridian des *Pico de Teneriffa* der *Kanaren* zur Ausgangslinie der Längenzählung haben. Fraglich ist, zu welchem System die Karte \Persia\ gehört. Die Länge von *Istanbul* liegt genau zwischen den beiden Datenreihen. Die Längenwerte der Karten sind in Tabelle 6-1 im Anhang zusammengestellt.

6.1.3 Die Regionalkarten im Atlas von *Joannes Janssonius* von 1648

Wegen des seltenen Formates quer-oktav dieses Atlas wurden alle Karten neu gestochen und besitzen oberflächlich betrachtet ein weitgehend einheitliches Aussehen. Eine Durchsicht der Regionalkarten zeigte aber, daß sich ihre Gradierung und Orientierung stark voneinander unterscheidet. Sie mußten also unterschiedlichen Quellen entnommen worden sein und wurden dann nicht einem durchgehenden System angepaßt. Neben voll gradierten Karten treten auch solche ohne Längen- aber mit Breitengradierung oder auch überhaupt ohne Gradrahmen auf. Die meisten Karten sind zwar genordet, doch findet man auch nach Ost und West orientierte Karten.

Auf Grund der unterschiedlichen Herkunft der Karten war auch mit dem Auftreten verschiedener Ausgangsmeridiane zu rechnen. Für die Untersuchung wurden in 51 Regionalkarten 87 Längenwerte verschiedener

Orte bestimmt. Es ergaben sich vier, klar voneinander zu unterscheidende Bereiche von Längenwerten, die mit ihren Ausgleichspolynomen in Abbildung 6-3 zusammen mit den dazupassenden Vergleichskurven dargestellt sind. Die entsprechenden Längenwerte und die Titel der Regionalkarten, denen diese Werte entnommen wurden, sind im Anhang den Tabellen 6-2 und 6-3 zu entnehmen.

Folgende Ausgangsmeridiane wurden von Osten nach Westen festgestellt:

1 *Pico de Teneriffa* (*Kanaren*) nach der Europakarte von *W. Blaeu* von 1663. Daß der *Atlas J. Janssons* 15 Jahre vor dem untersuchten Exemplar des Atlas von *W. Blaeu* erschien, schließt nicht aus, daß diese Karte bereits in älteren Atlanten dieses Verlags enthalten war. Der Verlag veröffentlichte seit 1630 in größerem Umfang Atlanten und *W. Blaeu* gab schon 1640 den 'Atlas Novus' in 3 Bänden heraus. Dieser Atlas wurde dann in den folgenden Jahren zur 'Cosmographie Blaviane' ausgebaut. Jedenfalls sind die Längenwerte von *Paris* und *Marseille* in beiden Reihen identisch.

2 *Palma* (*Kanaren*) nach der Europakarte bzw. den Regionalkarten *G. Mercators* aus den Jahren 1554/72 und 1595.

3 *Boa Vista* (*Kap Verden*) nach der Weltkarte *G. Mercators* aus dem Jahre 1569

4 *Corvo* (*Azoren*) nach der Weltkarte von *P. Kaerius* aus dem Jahre 1622.

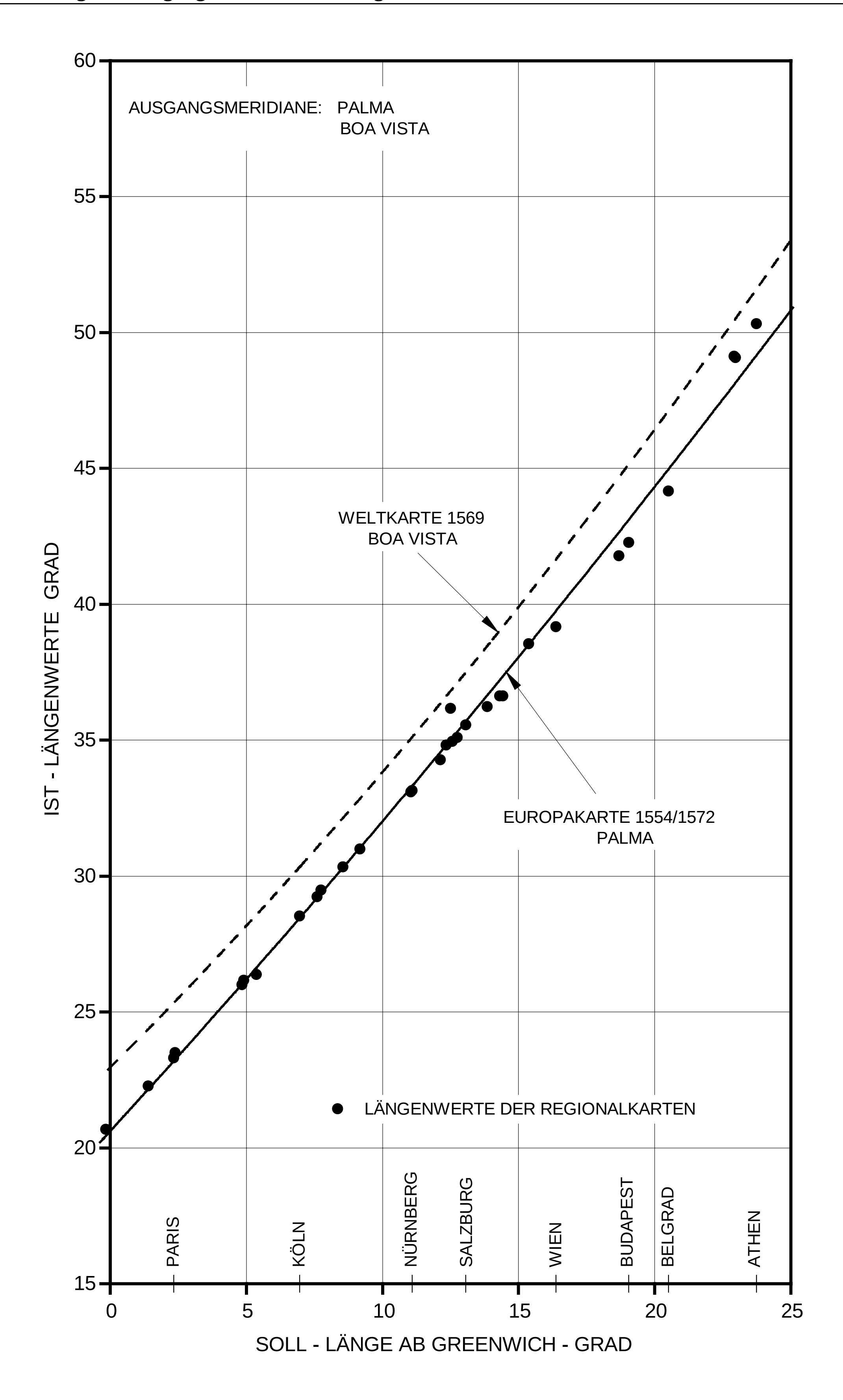


Abb. 6-1: Vergleich der IST - Längenwerte der Regionalkarten des Mercator-Atlas von 1595 mit der Europakarte von 1554/1572 und der Weltkarte von 1569

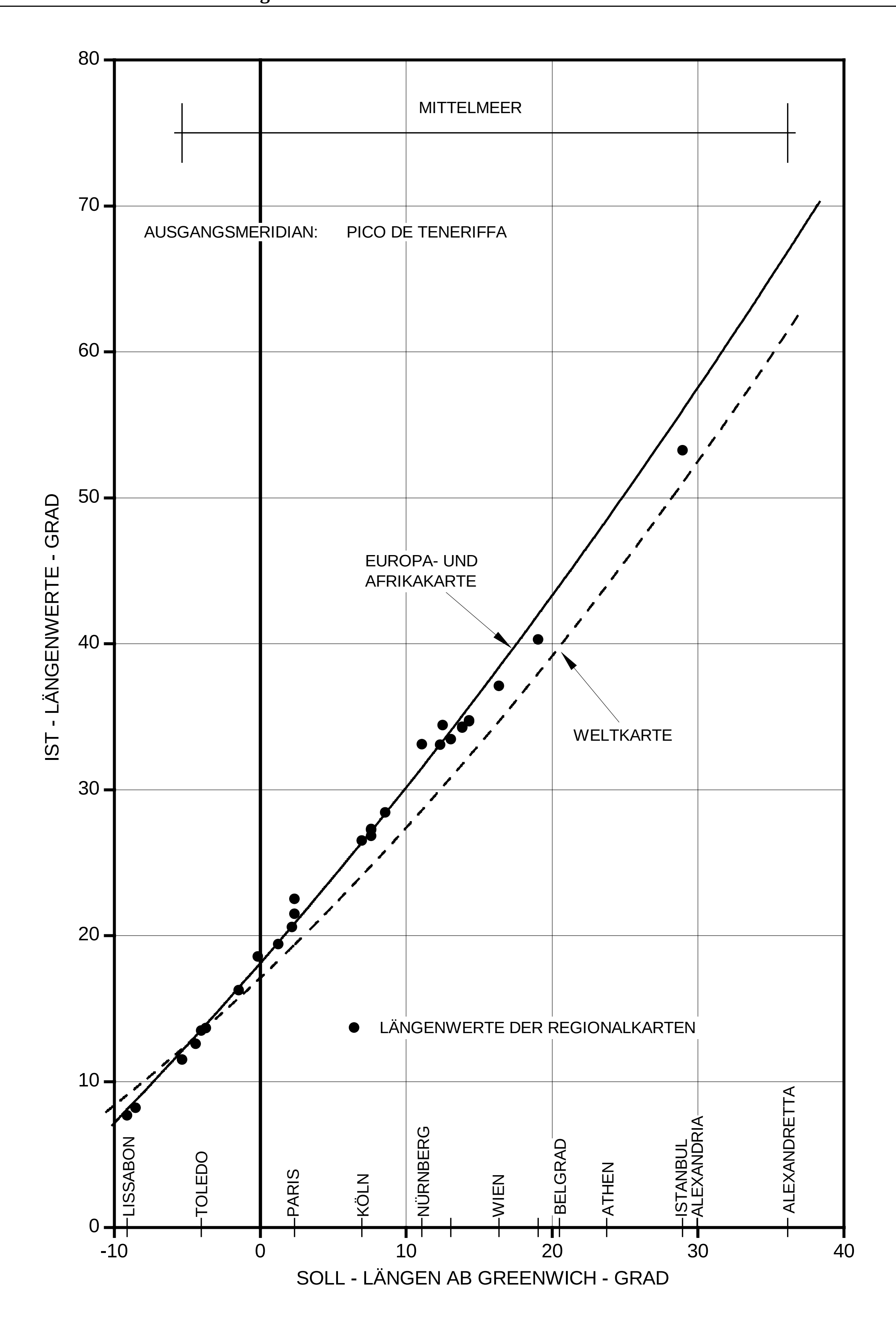


Abb. 6-2: Vergleich der IST - Längenwerte der Regionalkarten des Atlas von *Frederick de Wit*, nach 1670, mit den Erdteilkarten und der Weltkarte.

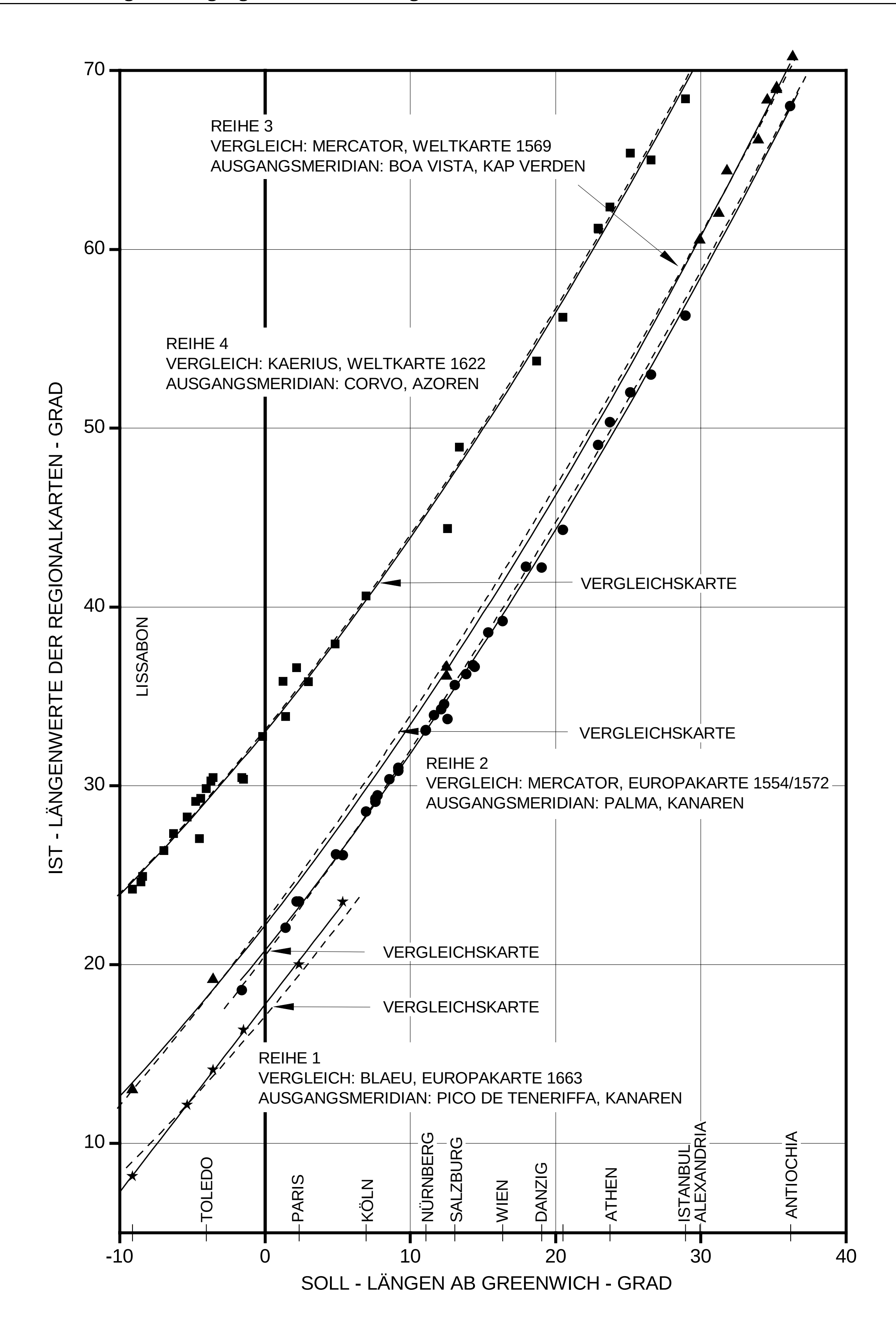


Abb. 6-3: Bestimmung der Ausgangsmeridiane der Regionalkarten des Atlas von *Joannes Janssonius*, 1648, durch Vergleich mit Längenreihen anderer Kartographen.

6.2 Bestimmung der Ausgangsmeridiane von Einzelkarten einer Sammlung alter Landkarten Kärntens

Die Bestimmung der Ausgangsmeridiane von Einzelkarten, wie sie z. B. in der Sammlung eines begrenzten Gebiets vorliegen, ist schwieriger als der Vergleich ganzer und fortlaufender Datensätze, schon allein wegen der dabei stärker ins Gewicht fallenden individuellen Streuung der Einzelwerte. Ein anderer Grund hierfür liegt darin, daß sich zumindest bei einem Teil der Karten aus einem Atlas bei einem Vergleich mit dessen Welt- und Erdteilkarten die Ausgangsmeridiane direkt ergeben. Außerdem liegen meist mehrere Karten vor, die zum gleichen Längensystem gehören, auch wenn dieses nicht mit den Welt- und Erdteilkarten übereinstimmt. Aber auch Einzelkarten können, wie in diesem Abschnitt gezeigt wird, meist mit großer Wahrscheinlichkeit bestimmt bzw. auf mögliche Ausgangsmeridiane eingegrenzt werden.

Als Grundlage für Untersuchungen von Einzelkarten können die Längenwerte der geschlossenen Datenreihen, wie sie in den Abbildungen 5-11 bis 5-14 in Abschnitt 5.4 für den Bereich Mitteleuropas dargestellt sind, und die jeweils auf den alten Karten abgelesenen Längenwerte verwendet werden. Für die vorliegende Untersuchung wurden jedoch, um die individuellen Streuungen der Längenwerte von *Paris*, *Köln*, *Nürnberg* und *Wien* weitgehend auszuschalten, die Ausgleichspolynome der mitteleuropäischen Längenwerte als Vergleichsbasis verwendet. Es zeigte sich jedoch, daß in Zweifelsfällen die direkte Verbindung der Längenwerte zweier benachbarter Ortspositionen eine gute Entscheidungshilfe darstellen kann.

Eine Sammlung alter Landkarten Kärntens, sie stammen aus der Zeit zwischen etwa 1600 und 1900, wurden auf ihre Ausgangsmeridiane untersucht. Eine Liste der Karten mit dem Ergebnis der Untersuchung auf ihre Ausgangsmeridiane der Längenzählung zeigt Tabelle 6-4 im Anhang. Aus dieser Liste ist auch zu ersehen, daß selbst in neuerer Zeit noch Karten ohne Gradierung herausgegeben wurden.

Um die Darstellungen übersichtlicher zu gestalten, wurden für die Untersuchung der Ausgangsmeridiane die Längenwerte von *Klagenfurt* mit den vorher beschriebenen Ausgleichspolynomen verglichen, wobei nur der Bereich zwischen *Nürnberg* und *Wien* betrachtet wurde. Außerdem wurden alle nicht benötigten Vergleichskurven aus den Diagrammen entfernt. Bei den Längenwerten von *Klagenfurt* lassen sich 6 verschiedene Gruppen unterscheiden, die nachstehend unter den Bezeichnungen 1 bis 6 getrennt besprochen werden. Die Ergebnisse sind in den Abbildung 6-4 bis 6-6 dargestellt.

6.2.1 Vergleich der Längenwerte der Einzelkarten mit den Ausgleichspolynomen verschiedener Fehlerreihen

6.2.1.1 Der Meridian von Corvo (Azoren) nach P. Kaerius und J. Janssonius

Die beiden westlichsten Ausgangsmeridiane treten auf den Karte *Israel Holzwurms* von 1616 und *Sigmund Ottos* von 1650 unter einer Länge auf. Wegen des großen Längenunterschiedes von 10° zu den nächsten Karten kann es keinen Zweifel geben, daß es sich hier um den Ausgangsmeridian von *Corvo* handelt. Eine Vorlage für das Längensystem dieser Karte konnte nicht gefunden werden. Die Karte *Sigmund Ottos* ist nur eine Kopie der ersten Karte *Holzwurms* von 1612, deren Herausgabe nötig wurde, da die meisten Karten *Holzwurms* beim Stadtbrand *Klagenfurt*s im Jahre 1636 verbrannten. Die Karte *Holzwurms* von 1612 konnte nicht untersucht werden, da das letzte bekannte Exemplar schon vor längerer Zeit entwendet wurde. Die Lage der Länge *Klagenfurt*s zu den entsprechenden Ausgleichspolynomen zeigt Abbildung 6-4.

6.2.1.2 Der Meridian von Palma (Kanaren) nach P. J. B. Riccioli S.J.

Die nächste auf *Holzwurm* beruhende Karte wurde von *Reiffenstuhl* erst 1701 herausgegeben und weist bereits einen etwa 10° weiter östlich liegenden Ausgangsmeridian auf. Da die Karte *Holzwurms* inhaltlich und geometrisch einen einmaligen Fortschritt gegenüber den Karten *Mercators* darstellte, die in gleicher oder leicht abgeänderter Form immer wieder nachgedruckt wurden, ist der Zeitraum von 100 Jahren, bis diese Karte bei *Homann* Eingang in die Atlaskartographie fand, nicht zu erklären.

Der Ausgangsmeridian dieser Gruppe von Karten: *Reiffenstuhl* (1701), *Zauchenberg* (1718), *Homann* (1724), *Seutter* (vor und nach 1729), *le Rouge* (1742) und *Lotter* (1772) kann mit großer Wahrscheinlichkeit dem Meridian von *Palma* zugeschrieben werden. Obwohl die Längenwerte von Klagenfurt in diesen Karten jeweils knapp außerhalb der 68,3 %-Reststreuung der Weltkarte *Mercators* und der Tabelle *Ricciolis* liegen, können sie eindeutig der Tabelle *Ricciolis* von 1689 zugeschrieben werden. Wie die Verbindungslinie der Längenwerte von *Salzburg* und *Graz*, zwischen denen die Länge von *Klagenfurt* liegt, zeigt, weist die Tabelle *Ricciolis* in diesem Bereich einen atypisch großen Fehler auf. Der Längenwert von *Wien* liegt aber bereits wieder im allgemeinen Trend. Diese Verhältnisse sind unter Punkt 2 in Abbildung 6-5 dargestellt. Dies ist auch deshalb wahrscheinlich, weil *Riccioli* ein bekannter Gelehrter seiner Zeit war, der systematisch die Koordinatenverzeichnisse verbesserte. Sein Ortpositionsverzeichnis ‹Tabvla Latitudinum et Longitudinum Nova› war sehr umfangreich und verbesserte die Koordinaten *Mercators*. Die etwa zur gleichen Zeit herausgegebenen ersten Jahrgänge der 'Connoissance des Temps' der Pariser Sternwarte waren für die Atlaskartographie von geringerem Wert, da sie wegen ihrer hohen wissenschaftlichen Ansprüche nur einen sehr beschränkten Längenbereich abdeckten.

Da es sich bei diesen Karten weitgehend um Kopien der Karte *Israel Holzwurms* handelt, die auf ein neues Längensystem umgestellt wurden, kann auch eine Suche nach ihren Vorlagen keine größere Klarheit über den beabsichtigten Ausgangsmeridian dieser Karten schaffen. *Holzwurm* verwendete *Corvo* als Ausgangsmeridian. *Homann* und *Seutter* verwendeten in den Übersichtskarten ihrer Atlanten den *Pico* von *Teneriffa* zur Fixierung des Ausgangsmeridians, die Karten von *Reiffenstuhl* und *Zauchenberg* sind Einzelkarten.

6.2.1.3 Der Meridian von Palma (Kanaren) nach P. J. B. Riccioli S.J. und P. H. Scherer S.J.

Obwohl es sich auch hier um den Ausgangsmeridian von *Palma* handelt, zeigt die Karte *P. H. Scherers* aus dem Jahre 1699 gegenüber der Gruppe 2 einen um über 30' niedrigeren Längenwert für *Klagenfurt*. Sie wird deshalb als eigene Gruppe behandelt. Die Karte *Scherers* hängt eng mit seinen ‹Tabellæ Geographicæ› aus dem Jahre 1703 zusammen, in denen er ausdrücklich feststellt, daß er die Längen, wie auch *Riccioli*, von *Palma* aus zähle. Der Längenwert Klagenfurts liegt genau auf dem Ausgleichspolynom der Tabelle so daß anzunehmen ist, daß beim Zeichnen der Karte die lokale Abweichung der Tabelle *Ricciolis*, der *Scherer* in seinen Tabellen eng folgt, weitgehend ausgeglichen wurde. Die Länge *Klagenfurts*, im Verhältnis zu den Ausgleichspolynomen von *Riccioli* und *Scherer*, ist unter Punkt 3 in Abbildung 6-5 dargestellt.

6.2.1.4 Die Meridiane von Palma (Kanaren) nach G. Mercator und Ferro, Punta Orchilla, 23°30' westlich von Paris, nach N. Sanson

Die nächste, in Abbildung 6-5 mit 4 bezeichnete Gruppe umfaßt 8 Karten, die für das Gebiet Kärntens alle von der Regionalkarte *G. Mercators* von Salzburg und Kärnten abhängen. Auf der von *Mercator* stammenden Karte im Atlas von 1595 weist *Klagenfurt* eine Länge von 36°38' auf; der Mittelwert der Gruppe liegt bei 37°17'. Die ganze Gruppe liegt jedoch innerhalb des 68 %-Bereichs der Reststreuung des Ausgleichspolynoms der Regionalkarten *Mercators* und knapp unterhalb der Verbindungslinie der Längenwerte von *Nürnberg* und *Wien*. Damit gehören die 8 Karten dieser Gruppe zum Ausgangsmeridian von *Palma*.

Die beiden Karten von *Sanson*, 1657 und *Sanson-Jaillot* 169? haben als Ausgangsmeridian die *Insel Ferro* mit der Definition 23°30' westlich von *Paris*. Diese Datenreihe wurde dem Sanson-Atlas 'L' Europe en Plusieures Cartes' von 1683 (Erstausgabe 1648) entnommen. Es handelt sich hier um den Meridian des *Ptolemäus,* bei dem *Paris* auf 23°30' zu liegen kommt. Da sich der Längenverlauf der Europakarte *N. Sansons* weitgehend mit jenem von *G. Mercator* und damit auch mit dessen Regionalkarten deckt, ist eine eindeutige Trennung nach den Ausgangsmeridianen nicht möglich. Es ist aber mit großer Wahrscheinlichkeit anzunehmen, daß es sich hier um den alten ptolemäischen Meridian der *Insulae Fortunatae* mit *Paris* auf 23°30' Ost handelt (s. Abschnitt 5.5.3).

6.2.1.5 Der Meridian des Pico de Teneriffa (Kanaren) nach Johann Baptist Homann und der Europakarte Frederick de Wits

Die nächste Gruppe der Karten, in Abbildung 6-6 als 5 bezeichnet, hat als Ausgangslinie der Längenzählung den Meridian des *Pico de Teneriffa*.

Der Längenwert von *Klagenfurt* der Karte \Ducatus | Carinthiae | accurata delineatio\ *Chr. Weigels* entspricht dem Ausgleichspolynom der Karten *Homanns* und liegt auch auf der Verbindungslinie der Längenwerte von *Salzburg* und *Graz* aus der Regionalkarte \Imperium Romano Germanicum\ dieses Atlas. Weiters spricht für diese Identifikation, obwohl *Weigels* eigene Werte der Europakarte mehr als einen Grad darunter liegen, das Aussehen der Karte. Sie beruht für den Teil Kärntens - wie auch die Homann-Karte \Carinthia\ - auf *Holzwurm*, der südlich anschließende Teil des heutigen Slowenien stammt aber aus dem Homann-Atlas. Auch zeitlich ist die Übernahme von *Homann* möglich, da dieser schon 1707, 1712 und 1716 Atlanten herausgegeben hatte.

Die nächsten drei Karten von *de Wit*, *Danckerts* und *Ottens*, alle aus Amsterdamer Verlagshäusern stammend, haben zweifellos ein gemeinsames Längensystem. Obwohl die Karten verschiedene Ausschnitte zeigen, sind sie voneinander abhängig, wie z. B. die gemeinsame Schreibweise von *Laibach* als 'Laubach' oder die Signatur einer starken Festung für *Gurk* beweisen. Vom Verlag Ottens ist bekannt, daß er 1714 oder 1724 die Druckplatten von *Danckerts* kaufte und auch Tafeln von *de Wit* verwendete [VRIES DE 1986a und b].

Der Längenwert *de Wits* liegt zwar unter dem Ausgleichspolynom der Erdteilkarten, die auch das Längensystem der Regionalkarten darstellen (s. Abschnitt 6.1.2) doch liegt dieser Längenwert fast auf der Verbindungslinie *Salzburg-Wien* der Karten \Circulus Bavariae\ und \Circulus Austriacus sept.\. Die zu den Werten näher liegende Linie der \Basis Geographiæ\ von *Doppelmayer* scheidet aus zeitlichen Gründen aus. Der Ausgangsmeridian ist daher der Meridian des *Pico de Teneriffa*.

6.2.1.6 Die Meridiane von **Ferro***, 20° westlich von* **Paris** *nach* **G. Delisle** *und des* **Pico de Teneriffa** *nach der Weltkarte* **F. de Wits**

Bei der nächsten und größten Gruppe, sie umfaßt 20 Karten und ist in Abbildung 6-6 mit Nummer 6 bezeichnet, handelt es sich bei 18 Karten um den von *Delisle* definierten Ferromeridian mit 20° westlich von *Paris*. Das geht schon aus der Zeitstellung dieser Karten hervor, die zwischen 1752 und 1900 erschienen. Vom Kartographen der ältesten dieser Karten - *Robert de Vaugondy* - ist bekannt, daß er den Ferromeridian *Delisles* verwendete. Für die jüngeren Karten im 19. Jahrhundert kann man mit Sicherheit von diesem Meridian ausgehen.

Die letzten beiden Karten von Valck & Schenk sowie *Moses Pitt*, sie zeigen die niedrigsten Längenwerte *Klagenfurts*, erschienen beide 1683. Ihr Ausgangsmeridian läßt sich nicht mit Sicherheit feststellen; es handelt sich wahrscheinlich um den Ausgangsmeridian des *Pico de Teneriffa* in der von *de Wit* in seiner Weltkarte verwendeten Variante. Die beiden Werte liegen innerhalb der 68,3 %-Bereichs der Reststreuung des Längenverlaufs der Weltkarte von *de Wit*. *Moses Pitt* brachte 'The English Atlas' 1680-1683 in Oxford für die

Amsterdamer Buchhändler *Joh. Janssonius van Waesberghen* und *Steven Swart* heraus. Fast alle Karten stammen aus dem Atlas von *Janssonius*. Es ist daher wahrscheinlich, daß er für seine Karten einen bei den Niederländern üblichen Ausgangsmeridian übernahm.

6.2.2 Ergebnisse der Bestimmung der Ausgangsmeridiane von Einzelkarten

Bei der Untersuchung der Einzelkarten hat sich gezeigt, daß eine rein mechanische Zuordnung der Längenwerte eines Ortes zu den verschiedenen Längenreihen mit definiertem Ausgangsmeridian nicht möglich ist. Die Ursache dafür liegt in der starken individuellen Streuung der Längenwerte um ihre Ausgleichspolynome, aber auch in ihren Abweichungen von den Verbindungslinien der Längenwerte benachbarter Ortspositionen. Eine absolute Sicherheit über die von den Kartographen beabsichtigten Ausgangsmeridiane ist nur in Ausnahmefällen zu erreichen. Dies ist z. B. der Fall, wenn die Regionalkarten eines Atlas bereits untersucht wurden und, wie bei *G. Mercator* oder *F. de Wit*, als zu einer geschlossenen Datenreihe gehörig identifiziert werden konnten. Eine andere Möglichkeit, sie ist bei Tabellen gegeben, ist das Aufsuchen des unter der Länge 0°0' angeführten Ortes oder einer entsprechenden Stelle im Begleittext, wie z. B. bei *Scherer*, von dem neben der Tabelle auch eine Regionalkarte untersucht werden konnte. Wie bereits weiter oben festgestellt, ist aber zu berücksichtigen, daß Texte in Atlanten, die sich auf den Ausgangsmeridian der Längenzählung beziehen, bis weit ins 18. Jahrhundert hinein meist nur für die Welt- und Erdteilkarten gelten. Bei den Regionalkarten konnte deren Längensystem aber aus ökonomischen Gründen meist nicht einheitlich gestaltet werden.

Als Ergebnis dieser Untersuchung lassen sich folgende Punkte festhalten:

- die Zeitstellung der Karten zu jener der Vergleichsdatenreihen muß bei der Untersuchung berücksichtigt werden. Die Ausgleichspolynome von späteren Datenreihen können direkt über die Längenwerte älterer Karten verlaufen. In diesem Fall sollte versucht werden, die Quelle der jüngeren Datenreihe zu identifizieren
- auch sehr unterschiedliche Längenwerte können, bedingt durch die unterschiedlichen Fehlerverteilungen im Atlantik und am Festland, den gleichen Ausgangsmeridian besitzen
- nahe beieinander liegende Längenwerte können unterschiedliche Ausgangsmeridiane der Längenzählung besitzen. Hier muß die Entscheidung nach verschiedenen Kriterien, wie z. B. Zeitstellung, Zugehörigkeit des Kartographen zu einer bestimmten Schule oder Kenntnis von Plattenkäufen des Verlages von anderen Kartographen gefällt werden
- liegen Längenwerte zwischen möglichen Vergleichsdatenreihen und deren Streubereichen, so kann gegebenenfalls Klarheit durch die Überprüfung der Längen von benachbarten Orten der Datenreihe erreicht werden
- obwohl bei der vorliegenden Untersuchung der Einzelkarten nur fünf verschiedene Ausgangsmeridiane der *Azoren* und *Kanaren* festgestellt wurden, ist damit zu rechnen, daß in anderen Sammlungen auch Ausgangsmeridiane der *Kap Verdischen Inseln* auftreten werden. Während für den Ausgangsmeridian über *Boa Vista* in dieser Arbeit genügend Unterlagen zu finden sind, sind die europäischen Längenwerte und deren Streuung ab dem Ausgangsmeridian von *Santiago* in den *Kap Verden* nur schwach abgesichert, da dieser Meridian nur einmal gefunden wurde.

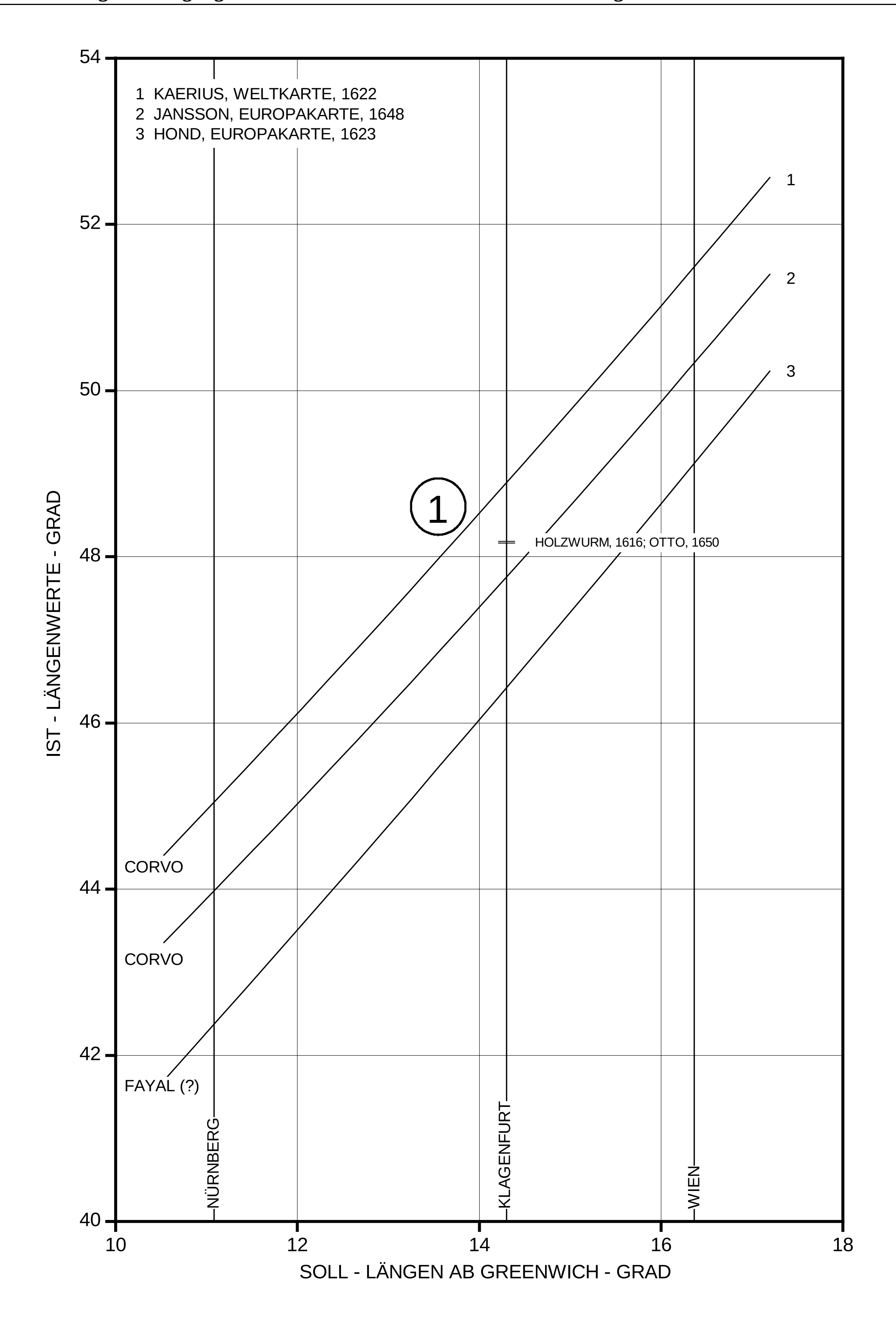


Abb. 6-4: Ausgleichspolynome der Längenwerte zwischen *Nürnberg* und *Wien* ab dem Ausgangsmeridian von *Corvo* (*Azoren*)

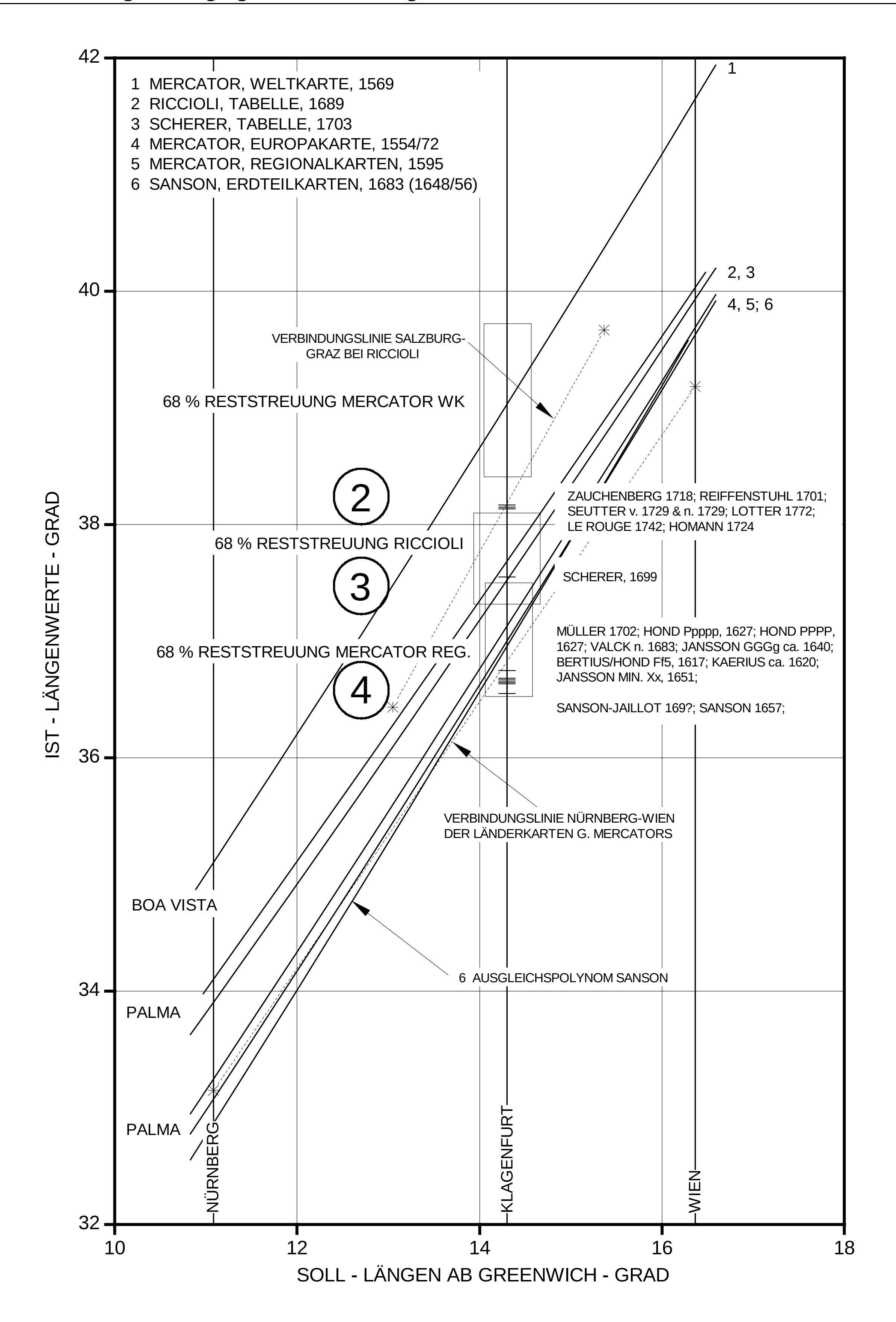


Abb. 6-5: Ausgleichspolynome der Längenwerte zwischen *Nürnberg* und *Wien* ab verschiedenen Ausgangsmeridianen der *Kanarischen Inseln*

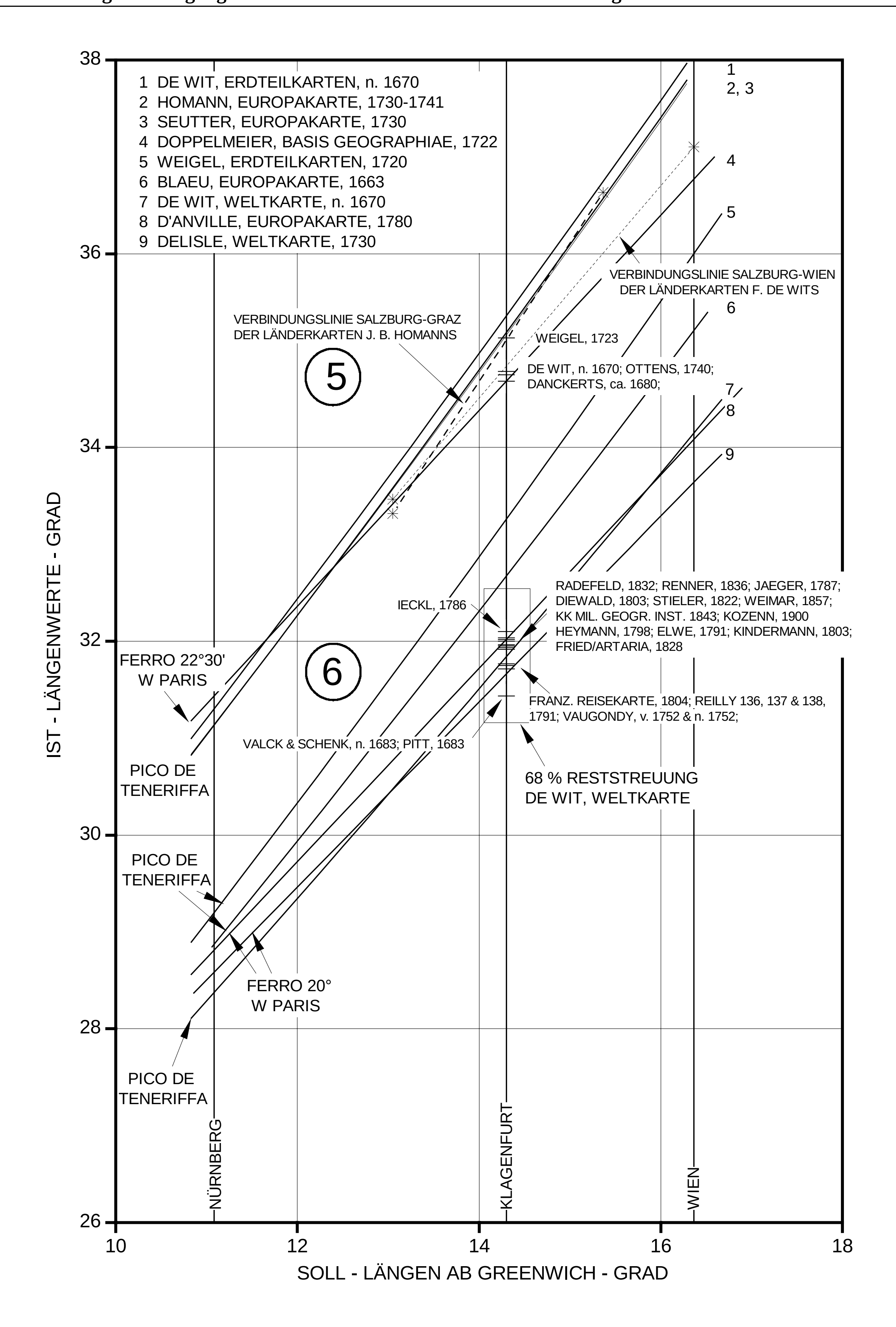


Abb. 6-6: Ausgleichspolynome der Längenwerte zwischen *Nürnberg* und *Wien* ab verschiedenen Ausgangsmeridianen der *Kanarischen Inseln*

7 Zusammenfassung

Bisher wurden nur zwei Untersuchungen von Regionalkarten auf ihre Ausgangsmeridiane der Längenzählung durch *Eduard Imhof* und *Hans Kleinn* veröffentlicht. Eine nähere Betrachtung der Ergebnisse zeigte, daß in diesen Arbeiten die Ausgangsmeridiane fehlerhaft bestimmt wurden. Als Ursache dieser Fehler ergab sich die Methode der Rückrechnung. Die alten IST-Längenwerte wurden in einem als fehlerfrei angenommenen Längensystem mit den modernen SOLL-Werten gleichgesetzt. Bei den alten Kartographen traten aber bis zur Mitte des 18. Jahrhunderts mehr oder minder ausgeprägte Längenfehler auf. Durch die Vernachlässigung der fehlerhaften Vorstellungen der alten Kartographen über die Längenverhältnisse im Atlantik, in dem die Inseln liegen, die früher die Ausgangsmeridiane festlegten und auf dem Festland, mußte diese Methode zu fehlerhaften Schlüssen führen.

Die Voraussetzung einer sinnvollen Rückrechnung von mitteleuropäischen Längenwerten auf die ihnen entsprechenden Ausgangsmeridiane der Längenzählung ist daher die Kenntnis der Vorstellungen des betreffenden Kartographen über den Längenverlauf vom Ausgangsmeridian bis ins östliche Europa. Es wurden daher erstmals die Längenfehler der alten Karten vom Atlantik und bis zum Ost-Ende des Mittelmeers systematisch untersucht. Für die verschiedenen Kartographen wurden geschlossene Reihen von Längenwerten über den gesamten Untersuchungsbereich erstellt. Als Quellen dieser Untersuchung wurden geographische Positionstabellen, Karten in Atlanten, Einzelkarten und Globen verwendet.

Bei den Untersuchungen stellte sich heraus, daß die Vorstellungen über die geographischen Längen der atlantischen Inseln bis ins 18. Jahrhundert völlig unvorhersehbaren Schwankungen unterworfen waren. Am Festland zeigten die Längenfehler eine systematische Komponente, die noch zusätzlich von individuellen Fehlern der Ortslängenwerte überlagert wurde. Für eine Untersuchung von Längenfehlern ist ein Referenzmeridian erforderlich. Es wurde hierfür der Meridian von *Lissabon* gewählt, der die Grenze zwischen dem atlantischen und dem festländischen Bereich der Untersuchung darstellt. Die Längenfehler am europäischen Festland wurden ursprünglich durch die Festlegung der Länge der Mittelmeerachse zwischen *Gibraltar* und *Alexandretta* durch *Ptolemäus* mit 62° verursacht. Damit wurde ihre Länge um 20° beziehungsweise um etwa 50 % überschätzt. Dieser Fehler wurde, gestützt auf die große Autorität des *Ptolemäus,* auf dessen 'Cosmographia' die spätmittelalterliche europäische Geographie wieder aufbaute, bis gegen Ende des 16. Jahrhunderts tradiert. Einige Karten und Tabellen, die bereits zu Beginn des 16. Jahrhunderts die Längenverhältnisse Europas besser darstellten, hatten keine Wirkung auf die zeitgenössische Kartographie.

Erst als *Gerhard Mercator*, der bedeutendste Kartograph seiner Zeit, die Achslänge des Mittelmeers, wahrscheinlich gestützt auf arabische Kartographen, in seiner Europakarte von 1554 auf 53° verkürzte, konnte sich dieser verbesserte Wert durchsetzen. Obwohl der Längenfehler der Mittelmeerachse noch immer 11° betrug, wurde er bis in die Mitte des 18. Jahrhunderts in der Atlaskartographie nur in kleinen Schritten korrigiert. Allerdings machten sich diese Fehler in Mitteleuropa nicht mehr so gravierend bemerkbar, da sie ab *Lissabon* nicht mehr linear wie noch bei *Ptolemäus* anstiegen. Der Anstieg der Längenfehler erfolgte jetzt von West nach Ost erst langsam und dann immer stärker bis zum Ost-Ende des Mittelmeers. *Johannes Kepler* stellte schon 1627 in den 'Tabulæ Rudolphinæ' die Längenverhältnisse zwischen *Lissabon* und *Budapest* weitgehend fehlerfrei dar, erreichte jedoch am Ost-Ende des Mittelmeers wieder den alten Fehler *Gerhard Mercators* von etwa 10°.

Die nächste durchgreifende Verbesserung erfolgte gegen Ende des 17. Jahrhunderts, vor allem auf Initiative der Königlichen Akademie der Wissenschaften in Paris. Sie finanzierte Expeditionen zur wissenschaftlichen Längenbestimmung von damals schwer zugänglichen Orten im östlichen und südlichen

Mittelmeerbecken und auf den Inseln *Ferro* (*Kanaren*) und *Gore* (am *Kap Verde*) im Atlantik. Damit war das Grundgerüst der europäischen Längenwerte auf eine sichere Basis gestellt. Auf Karten treten allerdings die alten Werte, bedingt durch kommerzielle Überlegungen, noch lange auf. Die Fehlerverlaufskurven dieser Untersuchung sind für verschiedenen Gruppen von Kartographen beziehungsweise von Kartenverlagen charakteristisch und lassen die Weiterverwendung der alten Kupferplatten noch um die Mitte des 18. Jahrhunderts erkennen.

Die Ausgangsmeridiane von alten Welt- und Erdteilkarten sowie von Positionstabellen lassen sich auf verschiedene Weise bestimmen. In den geographischen Ortstabellen ist der Ausgangsmeridian entweder beschrieben, oder er läßt sich durch den Ort mit der Längenangabe 0°0' feststellen. Auf Karten ist der Ausgangsmeridian nur sehr selten schriftlich vermerkt. Der Verlauf des Ausgangsmeridians der Längenzählung mit den Längen 0° oder 360° läßt sich jedoch meist einfach verfolgen und führt durch den Ort oder über die Insel, durch die er festgelegt wurde. In Atlanten findet man im Textteil manchmal auch Hinweise, ab welchem Meridian die Längen gerechnet werden. Diese Hinweise haben aber eher programmatischen Charakter und wurden meist nur in den Erdteil- oder Weltkarten realisiert. Die Regionalkarten, die bei den meisten Atlanten aus unterschiedlichen Quellen stammten, zeigen davon abweichende Ausgangsmeridiane.

Die Bestimmung der Ausgangsmeridiane von Regionalkarten ist bei Fehlen entsprechender Hinweise nur durch einen Vergleich mit verschiedenen, zwischen dem Ausgangsmeridian und dem Längenbereich der betreffenden Karte geschlossenen Reihen von Längenwerten möglich. Um eine Vergleichsbasis zu gewinnen, wurden daher zahlreiche Längenverlaufskurven von bekannten Ausgangsmeridianen ermittelt und graphisch ausgewertet. Es zeigte sich aber, daß auch bei gleichen Ausgangsmeridianen bei manchen Kartographen für bestimmte Orte sehr unterschiedliche Längenwerte auftreten können. Die Ursache dafür liegt in den im Laufe der Zeit sich durch neue Erkenntnisse ändernden Annahmen über die Längenverhältnisse zwischen dem Ausgangsmeridian und dem betrachteten Ort am europäischen Festland. Ein anderes Problem ist die große Anzahl der Ausgangsmeridiane, die sich, oft mit nur sehr geringen Längenunterschieden, im Bereich der *Kanarischen Inseln* drängen. Es wird, ohne besondere Hinweise, kaum möglich sein, zwischen diesen Meridianen, die manchmal nur um wenige Minuten differieren, zu unterscheiden. Bei den meisten dieser Ausgangsmeridiane handelt es sich aber um verdeckte Meridiane der Pariser Sternwarte.

Mit Hilfe geschlossener Reihen von Längenwerten konnte eine Anzahl früher verwendeter Ausgangsmeridiane von Regionalkarten identifiziert werden. Diese Methode zur Bestimmung der Ausgangsmeridiane durch Längenvergleiche wurde an drei Atlanten und an einer Sammlung alter Landkarten Kärntens erprobt. Die Ausgangsmeridiane der verschiedenen Datenreihen aus den Atlanten ließen sich einwandfrei identifizieren. Auch bei den Einzelkarten der Sammlung konnten die meisten Ausgangsmeridiane der Karten einwandfrei bestimmt werden, bei einigen Karten konnte die Zuordnung jedoch nur mit hoher Wahrscheinlichkeit erfolgen. Bei Datenreihen, wie sie in Atlanten ausgemessen werden können und wo die Streuung der Einzelwerte weniger ins Gewicht fällt, lassen sich die Ausgangsmeridiane durch Vergleiche auch ohne besondere Kenntnis der Probleme bestimmen. Bei einzelnen Regionalkarten, wie sie in Sammlungen vorliegen, müssen neben den Vergleichen mit Datenreihen unter Umständen auch die Längenwerte von benachbarten Orten oder die Reststreuung der Längenwerte um die Ausgleichspolynome bei der Identifizierung der Ausgangsmeridiane mit berücksichtigt werden.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die Methode des Längenvergleiches von Regionalkarten mit Datenreihen, deren Ausgangsmeridiane bekannt sind, die Feststellung der Ausgangsmeridiane der Längenzählung von alten Karten erlaubt. Zumindest läßt sich die Gruppe der in Frage kommenden Meridiane eingrenzen. Eine rein mechanische Bestimmung von Ausgangsmeridianen ohne weitere Sachkenntnis wird aber auch mit den Hilfsmitteln dieser Arbeit nicht immer möglich sein.

Verzeichnis der Literatur und der Primärquellen der Untersuchung

Verwendete Abkürzungen:

Reproduktion in: A. E. Nordenskiöld, Faksimile-Atlas, Stockholm 1889, ...
Nordenskiöld, Adolf Erik, 1889: Faksimile-Atlas, Stockholm 1889. UB-Graz, Abteilung für Sondersammlungen, Signatur: IV 133.028

Reproduktion in: A. E. Nordenskiöld, Periplus, Stockholm 1897, ...
Nordenskiöld, Adolf Erik, 1897: Periplus, Stockholm 1897. UB-Graz, Abteilung für Sondersammlungen, Signatur: IV 133.027

in: Vistas in Astronomy, …
Proceedings of an International Symposium held at the National Maritime Museum, Greenwich, London, 9-13 July, 1984. Vistas in Astronomy, Vol. 28, 1985

in: Kretschmer et al., Lexikon, ... Wien 1986, ...
Kretschmer, Ingrid, Dörflinger, Johannes und Wawrik, Franz, Bearb., 1986: Lexikon zur Geschichte der Kartographie von den Anfängen bis zum ersten Weltkrieg, in: Enzyklopädie, Die Kartographie und ihre Randgebiete, Hrsg. Erik Arnberger, 2 Bde., Franz Deuticke, Wien 1986

ETH
Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich

ÖNB
Österreichische Nationalbibliothek, Wien

UB
Universitätsbibliothek

8 Literaturverzeichnis

8.1 Texte in Atlanten, Karten und Tabellen vor 1800

Die in Abschnitt 8.1 angeführten Texte sind in der Arbeit mit / ... / zitiert.

Blaeu, Jean, 1663: Atlas: 'Geographie, | qvi est | la premiere partie | de la | Cosmographie | Blaviane | en laqvelle | est representée | dans des cartes | et | illustrée de descriptions, Amsterdam MDCLXIII.' Faksimileausgabe, Verlag Theatrum Orbis Terrarum, Amsterdam 1967, Band I

Cassini de Thury, César-Francois, 1744: La Meridienne de l'Observatoire Royal de Paris, Paris, 1744, S. 279-290

Doppelmayer, Johann Gabriel, 1716/1722: Weltkarte und Tabelle, 'Basis Geographiæ Recentioris Astronomica', eingebunden im Atlas Novus von Homann, erschienen zwischen 1731 und 1742

Doppelmayer, Johann Gabriel, 1737: 'Einleitung zur Geographie', Kap. 13, 'Das dreyzehnde Capitel. Von der Theilung der Erd=Fläche nach ihrer Longitudine und Latitudine, oder Länge und Breite'. in: Atlas Novus | Terrarum Orbis Imperia | Regna et Status | ... | Opera | Iohannis Baptistæ Homani | Sacræ Caes. Maj. Geographi, &$_t$ Reg.^{iae} Boruss. Societ. Scient. Membri | Noribergæ | Cum Privilegio Sacræ Caesareæ ut et Reg.Maj. Polon. ', nächstes Blatt: 'Grosser | Atlas | über die | Gantze Welt | ... | Samt einer kurtzen Einleitung | zur | Geographie | ... | deutlich beschrieben | durch | Herrn Johann Gabriel Doppelmayr | ... | Nürnberg | MDCCXXXVII'

Hauber, Eberhard David, 1724: 'Versuch | einer umständlichen Historie | der Land = Charten. | Und nebst einer | Historischen Nachricht | Von denen Land = Charten deß Schwäbischen Craißes, | Von | M. Eberhard David Hauber | ... | Verlegts Daniel Bartholomäi, Ulm, 1724', Reprint der Fachhochschule Karlsruhe, Fachbereich Vermessungswesen und Kartographie, Karlsruhe 1988

Hond, Heinrich, 1623: 'Gerardi Mercatoris | Atlas | sive | Cosmographicæ | Meditationes | de | Fabrica Mundi et | Fabricati Figura. | Denuò auctus | Editio Quinta | Sumtibus & typis aeneis Henrici Hondij, Amsterodami An. D. 1623'

Goos, A., 1648: 'Atlas Minor | Das ist | Eine kurtze| jedoch gründliche | Beschreibung der gantzen Welt| | Das Ander Theil.... Amsterodami, | Ex officina | Ioannis Ianssoni. | MDCXXXXVIII'

Kepler, Johannes, 1627: 'Tabulæ | Rudolphinæ, | qvibvs astronomicæ scientiæ, tempo- | rum longiquitate collapsæ restauratio continetur; | A Phoenice illo Astronomorum | Tychone | ... | Ioannes Keplerus| ... | Vlmæ | ... | anno MDCXXVII'

Mercator, Gerhard, 1569: 'Nova et Aucta | Orbis Terræ | Descriptio ad | Usum Na | uigantium emendatè accomodata'. Faksimileausgabe der Karte in Atlas-Form in 18 Blättern, Publicaties van het Maritiem Museum 'Prins Hendrik' no 6. Supplement to Imago Mundi no. 2.

Mercator, Rumold, 1595: Weltkarte von 1587 im 'Atlas Sive Cosmographicæ Meditationes de fabrica Mundi et Fabricati Figura | ... | Gerardo Mercatore Rupelmondo, Duisburg 1595'.

Radolt, Erhard, 1483: 'Tabulæ astronomicæ Alfontij regis castellę. | ... | Anno salutis 1483', Erhardus Radolt Augustensis, (Alfonsinische Tafeln)

Scherer, P. Heinrich, S.J., 1703: 'Geographia Artificialis, Tabellæ Geographicæ ..... Authore | P. Henrico Scherer,Societatis Jesu, | ... Pars V, | ... | Monachii, | Typis Mariæ Magdalenæ Rauchin, Viduæ | Anno MDCCIII'
'Pars VI, | ... | Tabellæ Geograpicæ'

Varenius Bernhard, 1664: 'Geographia | Generalis | In qua affectiones generales | Telluris explicantur, | Autore | Bernh: Varenio | Med: D. | Amstelodami. | Ex officina Elzeviriana. 1664.' (Erstausgabe 1650)

Varenius, Bernhard, 1715: 'Bernhardi Varenii | Med. D. | Geographia | Generalis | In qua affectiones generales Telluris explicantur, | ... | Ab Isaaco Newton Math. Prof. Lucasiano | apud Cantabrigienses | Affecta(?) est Appendix, præcipua Recentiorum | inventa ad Geographiam spectantia continens | pluribus Fig. Adornata, | a Jacobo Jurin, A. M. | ... | Neapoli MDCCXV', MS Vermerk: Inscript. Bibl. Math. Grac. 1753, (Erstausgabe 1650)
Wurzelbau, Johann Philip von, 1719: 'Uranies Noricæ | Basis Astronomica ....edite à | Johanne Philippo à Wurzelbau | Norimbergæ, | ... | Anno M DCC XIX'

8.2 Literatur nach 1800

Die in Abschnitt 8.2 angeführten Texte sind in der Arbeit mit [...] zitiert . Bei Arbeiten die in Sammelwerken erschienen sind steht vor dem (ersten) Autor in diesem Verzeichnis ein *.

Adams, Brian, 1989/90: 198 Years and 153 Meridians, 152 Defunct, Sheetlines the Newsletter of the Charles Close Soc., 1989 Nr. 25 S. 3-7. 1989 Nr. 26 S. 15-20, 1990 Nr. 27 S. 3-9

Adams, Brian, 1994: From Eighteen Minutes West to Longitude Zero - Episodes from the Lives of a Cartographer and a Meridian, Vortrag am General Meting der Charles Close Soc., 14. Mai 1994, Typoskript, S. 1-13

Albert, Peter, 1987: Vermessungstechnik, 35, 1987, Teil I S. 242-243, Teil II, S. 313-315

***Archier, Edwige, 1986:** Anville, Jean-Baptiste Bourgignon d'. Geograph, Kartograph. in: Kretschmer et al., Lexikon, ... Wien 1986, Bd. 1, S. 18-21

Auerbach, Felix, 1920: Erdmagnetismus, in: Handbuch der Elektrizität und des Magnetismus, Hrsg. L. Graetz, 5 Bde., Bd. IV, Magnetismus und Elektromagnetismus, Verlag Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1920

d'Avezac, Marie-Armand-Pascal, 1863: Coup D'Oeil Historique sur la Projection des Cartes de Gèographie, Sitzungsbericht der Geographischen Gesellschaft in Paris vom 19. Dezember 1862, Imprimerie de E. Martinet, Paris 1863

***Babicz, J. 1986:** Ptolemäus, in: Kretschmer et al., Lexikon, ... Wien 1986, Bd. 2, S. 644-651.

Bagrow, Leo und Raleigh Ashlin Skelton, 1985: Meister der Kartographie, Propyläen Verlag, 5. Aufl., Frankfurt am Main, Berlin 1985

Balmer, Heinz, 1956: Beiträge zur Geschichte der Erkenntnis des Erdmagnetismus, Veröffentlichungen der Schweizer Gesellschaft für Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften, XX, Verlag H. R. Sauerländer & Co., Aarau 1956

Baum, August, 1890: Die Demarkationslinie Papst Alexanders VI. und ihre Folgen, Dissertation an der philosophischen Fakultät der Universität Bonn, Buchdruckerei von J. B. Heimann, Köln 1890

Becker, Friedrich, 1980: Geschichte der Astronomie, B.I.- Wissenschaftsverlag, 4. Aufl. Mannheim / Wien / Zürich 1980

***Beineke, Dieter und Kurt Brunner, 1996:** Genauigkeitsuntersuchung zur Schlesienkarte von Martin Helwig aus dem Jahre 1561, in: Karlsruher Geowissenschaftliche Schriften, Reihe C: Alte Karten, Bd. 9: Martin Helwigs Karte von Schlesien aus dem Jahre 1561, Karlsruhe 1996, S. 19-31

Beineke, Dieter, 2001: Verfahren zur Genauigkeitsanalyse für Altkarten, Dissertation an der Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen der Universität der Bundeswehr München, Schriftenreihe der Universität der Bundeswehr München, Studiengang Geodäsie und Geoinformation, Heft 71, Neubiberg 2001

Berggren, J. Lennart und Alexander Jones, 2000: Ptolemy's Geography, An Annotated Translation of the Theoretical Chapters, Princeton University Press, Princeton and Oxford 2000

Betts, Jonathan, 1993: John Harrison, The National Maritime Museum, Begleitbuch zur Ausstellung John Harrison, Old Royal Observatory, Greenwich, März 1993

Brandmair, Eberhard, 1914: Bibliographische Untersuchungen über Entstehung und Entwicklung des Ortelianischen Kartenwerkes, Dissertation an der kgl. technischen Hochschule München, Verlag A. Dresselly, München 1914

Breusing, A., 1883: Leitfaden durch das Wiegenalter der Kartographie bis zum Jahre 1600 mit besonderer Berücksichtigung Deutschlands, Verlag von Mahlau und Waldschmidt, Frankfurt 1883

Breusing, Arthur, 1892: Das Verebnen der Kugeloberfläche für Gradnetzentwürfe, Verlag von H. Wagner & E. Debes, Leipzig 1892

Bricker, Charles und Ronald Vere Tooley, 1971: Gloria Cartograpiae, Verlagsgruppe Bertelsmann GmbH / Kartographisches Institut Bertelsmann, Gütersloh, Berlin 1971. Originalausgabe: De Glorie van de Cartografie, Amsterdam / Brüssel 1969

***Brunner, Kurt, 1990:** Die “Carta marina” des Olaus Magnus vom Jahre 1539, in: 5. Kartographiehistorisches Colloquium, Vorträge und Berichte, Oldenburg, 1990, Hrsg. W. Scharfe und H. Harms, Dietrich Reimer Verlag, Berlin 1991, S. 45-57
Cappelli, Adriano, 1912: Lexicon Abbreviaturarum, Dizionario di Abbreviature Latine ed Italiane, Seconda Edizione, Manuale Hoepli, Ulrico Hoepli, Editore-Libraio della Real Casa, Milano 1912
Dale, Rodney, 1992: Timekeeping, The Britisch Library, London 1992
Dörflinger, Johannes, 1984: Die österreichische Kartographie im 18. und zu Beginn des 19. Jahrhunderts unter besonderer Berücksichtigung der Privatkartographie zwischen 1780 und 1820, Band 1 und 2. Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien 1984
***Dörflinger, Johannes, 1986:** Hase (Haas, Hasius), Johann Matthias, in: Kretschmer et al., Lexikon, ... Wien 1986, Bd. 1, S. 287-288
***Dreyer-Eimcke, Oswald, 1994:** Durchs Eis ins Reich der Mitte, Einfluß und Bedeutung der Kartographie bei der Suche nach den Nordpassagen, von den Anfängen bis zum Ende des 16. Jahrhunderts. in: Begleitband zur Ausstellung 'Verfolgt, Geachtet, Universal - Gerhard Mercator, Europa und die Welt', Stadt Duisburg 1994, S. 131-172
Dürst, Arthur, 1994: Die Europa-Karten von Gerhard Mercator, 1554-1595, Cartographica Helvetica, Heft 10, 1994, S. 3-19
Eckert, Max, 1910: Die Kartenprojektion. Ein geographisch-kartographisches Kapitel aus dem Gebiete der Kartenwissenschaft. Geographische Zeitschrift, 16, 1910, S. 297-318, 385-398, 441-454
Eckert, Max, 1921 und 1925: Die Kartenwissenschaft, Forschungen und Grundlagen zu einer Kartographie als Wissenschaft, 2 Bde., Vereinigung Wissenschaftlicher Verleger, Berlin und Leipzig 1921 und 1925, Bd. 1
Edney, Matthew H., 1993: Cartographic Confusion and Nationalism: The Washington Meridian in the Early Nineteenth Century, Mapline, a quarterly Newsletter, 69/70, 1993, S. 4-8
Edney, Matthew H., 1994: Cartographic culture and nationalism in the early United States: Benjamin Vaughan and the choice for a prime meridian 1811, Jnl. of Historical Geography, 20, 1994, S. 384-395
Fiala, Frantisek, 1957: Mathematische Kartographie, VEB Verlag Technik, Berlin 1957
***Finsterwalder, Rüdiger, 1986:** Apian (Appianus, Bienewitz, Bennewitz, Panewitz), Peter, in: Kretschmer et al., Lexikon, ... Wien 1986, Bd. 1, S. 21
***Finsterwalder, Rüdiger, 1992:** Die Erdkugel in ebenen Bildern, Projektionen von Weltkarten vor 1550, in: America, Das frühe Bild der Neuen Welt, Ausstellungskatalog der Bayerischen Staatsbibliothek München, Hrsg. Hans Wolff, München 1992, S. 161-174
Finsterwalder, Rüdiger, 1997: Genauigkeit und Herkunft der Ortspositionen im mitteleuropäischen Raum zu Beginn des 16. Jahrhunderts, Kartographische Nachrichten, 47, 1997, S. 96-102
Freiesleben, Hans-Christian, 1978: Geschichte der Navigation, 2. Aufl., Franz Steiner Verlags GmbH, Wiesbaden 1978
***Gingerich, Owen und Barbara Welther, 1977:** The Accuracy of the Toledan Tables, in: Prismata, Festschrift für Willy Hartner, Franz Steiner Verlags GmbH, Wiesbaden 1977
Graesse, Benedict und Plechl, 1972: Orbis Latinus, 3 Bde., Klinkhardt & Biermann, Braunschweig 1972
Gretschel, Heinrich, 1873: Lehrbuch der Kartenprojektionen, Bernhard Friedrich Voigt, Weimar 1873
Grosjean, Georges und Rudolf Kinauer, 1970: Kartenkunst und Kartentechnik vom Altertum bis zum Barock, Verlag Hallwag, Bern und Stuttgart 1970
Großmann, Walter, 1969: Grundzüge der Ausgleichsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate nebst Anwendungen in der Geodäsie, Dritte Auflage, Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1969
Günther, Siegmund, 1890: Handbuch der Mathematischen Geographie, in: Bibliothek Geographischer Handbücher, Hrsg. Prof. Dr. Friedrich Ratzel, Verlag J. Engelhorn, Stuttgart 1890
Günther, Siegmund, 1897: Handbuch der Geophysik, 2 Bde., Verlag von Ferdinand Enke, Stuttgart 1897
***Günther, Siegmund, 1898:** Wurzelbau: Johann Philipp v. W., in: Allgemeine Deutsche Biographie. Herausgegeben durch die historische Commission bei der königl. Akademie der Wissenschaften. (München) Bd. 44, Verlag von Duncker & Humblot, Leipzig 1898, S. 365-366

Günther, Siegmund, 1904: Geschichte der Erdkunde, in: Die Erdkunde, eine Darstellung ihrer Wissensgebiete, ihrer Hilfswissenschaften und der Methode ihres Unterrichtes, I Teil. Geschichte der Erdkunde, Franz Deuticke, Leipzig und Wien 1904

Haag, Heinrich, 1913: Die Geschichte des Nullmeridianes (Mit einer Karte), Dissertation an der Philosophischen Fakultät der Universität Giessen, 1912, Verlagsbuchhandlung Otto Wigand, Leipzig 1913

Hake, Günter, 1982: Kartographie I, Sammlung Göschen Bd. 2165, Walter de Gruyter, 6. Aufl. Berlin 1982

Hammer, Franz, Bearb., 1969: Johannes Kepler Gesammelte Werke, Bd. X, Tabulae Rudolphinae, C. H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung, München 1969

Hartnack - Greifswald, Wilhelm, 1939/40: Die "Milliaria Germanica communia". Ein Beitrag zur Geschichte der Deutschen Kartographie des 16. bis 18. Jahrhunderts, Mitt. des Reichsamtes für Landesaufnahme, 1939/40, S. 133 - 146 und 207 - 222

Heck, Bernhard, 1995: Rechenverfahren und Auswertungsmodelle der Landesvermessung, Klassische und moderne Methoden, 2. Aufl., Wichmann, Heidelberg 1995

Heinz, Markus, 1997: A Programme for Map Publishing: The Homann Firm in the Eighteenth Century, Imago Mundi, 49, 1997, S. 104 - 115

Helmert, Friedrich R., 1893: Die Europäische Längengradmessung in 52 Grad Breite von Greenwich bis Warschau, Veröffentlichung des königl. Preußischen geodätischen Institutes und Centralbureaus der internationalen Erdmessung, Heft I, Hrsg. F. R. Helmert, Druck und Verlag von P. Stankiewicz' Buchdruckerei, Berlin 1893

***Hellwig, F., 1986:** Tramezzino, Francesco und Michele, in: Kretschmer et al., Lexikon, ... Wien 1986, Bd. 2, S. 817-818

Hess, Dieter und Christoph Twaroch, 1998: El Hierro - Reise zu einem Phantom, Eich- und Vermessungsmagazin, Nr. 91, Wien 1998, S. 23-27

Heyer, Alfons, 1890: Drei Mercator - Karten in der Breslauer Stadt - Bibliothek. (Teil 1), Zeitschrift für wissenschaftliche Geographie, Bd. 6, 1890, S. 379-389

***Howse, Derek, 1985:** 1884 and Longitude Zero, in: Vistas in Astronomy, Vol. 28, 1985, S. 11-19

Hristow, W. K., 1955: Die Gaußschen und geographischen Koordinaten auf dem Ellipsoid von Krassowsky, VEB Verlag Technik Berlin, Berlin 1955

Hughes, Robert, 1987: Australien, die Gründerzeit des fünften Kontinents, ECON Verlag, Düsseldorf, Wien, New York 1987

Hultsch, Friedrich, 1882: Griechische und römische Metrologie, zweite Bearbeitung 1882, Nachdruck: Akad. Druck- und Verlagsanstalt, Graz 1971

Imhof, Eduard, 1945: Herstellung, Genauigkeit und Form der alten Schweizer Karten, Anhang zu: Leo Weisz, Die Schweiz auf alten Karten, Zürich 1945, S. 221-245

Istituto Geografico Militare, Collezione di Testi Tecnici, 1963: Segni Convenzionali e Norme sul Loro Uso, Volume I - Parte 1ª, IV Edizione, Coi Tipi dell' Istituto Geografico Militare (Firenze 1963)

***Kennedy, E. S. und M. H. Regier, 1985:** Prime Meridians in Medieval Islamic Astronomy, in: Vistas in Astronomy, Vol. 28, 1985, S. 29-32

Kertz, Walter, 1969/1989: Einführung in die Geophysik, Bd. 1, Erdkörper, B.I. Wissenschaftsverlag, Mannheim/Wien/Zürich 1969, unveränderter Nachdruck 1989

Keuning, Johannes, 1938: Die deutsche Meile, in: Comptes Rendus du Congrès International de Géographie, Amsterdam 1938, Hrsg. E. J. Brill, Leiden 1938, S. 418-420

Keuning, Johannes, 1947: The History of an Atlas. Mercator - Hondius, Imago Mundi, 4, 1947, S. 37-62

Keuning, Johannes, 1948: Jodocus Hodius Jr., Imago Mundi, 5, 1948, S. 63-71

Keuning, Johannes, 1951: The Novus Atlas of Johannes Janssonius, Imago Mundi, 8, 1951, S. 71-98

Keuning, Johannes, 1955: The history of geographical map projections until 1600, Imago Mundi, 12, 1955, S. 1-24

Keuning, Johannes, 1959: Blaeu's Atlas, Imago Mundi, 14, 1959, S. 74-89

***Kish, G., 1986:** Gemma Frisius, Reinerszoon, in: Kretschmer et al., Lexikon, ... Wien 1986, Bd. 1, S. 255

Kleinn, Hans, 1981a: Die Nullmeridiane alter Karten Nordwestdeutschlands, Westfälische Geographische Studien, 37, 1981, S. 1 - 9
Kleinn, Hans, 1981b: Various Prime Meridians of Old Maps in Northwest Germany, IX[th] International Conference on the History of Cartography, Pisa-Firenze-Roma 1981, Typoskript, S. 1-7
Kretschmer, Ingrid, Dörflinger, Johannes und Wawrik, Franz, Bearb., 1986: Lexikon, zur Geschichte der Kartographie von den Anfängen bis zum ersten Weltkrieg, in: Enzyklopädie, Die Kartographie und ihre Randgebiete, Hrsg. Erik Arnberger, 2 Bde., Franz Deuticke, Wien 1986
Kretschmer, Ingrid, 2000: Georg von Peuerbach - Gedenktafel und Ausstellung ehren Wiener Gelehrten. Kartographische Nachrichten, 50, Heft 5, 2000, S. 230-232
***Krogt, Peter van der, 1994:** Erdgloben, Wandkarten, Atlanten - Gerhard Mercator kartiert die Erde, in: Begleitband zur Ausstellung 'Verfolgt, Geachtet, Universal - Gerhard Mercator Europa und die Welt', Stadt Duisburg 1994, S. 80-129
***Krücken, Wilhelm, 1994:** Der gerade Weg - Die Mercator- Weltkarte Ad Usum Navigantium 1569, in: Gerhard Mercator Europa und die Welt, Begleitband zur Ausstellung 'Verfolgt, Geachtet, Universal - Gerhard Mercator Europa und die Welt', Stadt Duisburg 1994, S. 211-220
Landes, David S., 1998: The Wealth and Poverty of Nations, W. W. Norton & Co., New York, London 1998
La Roncière, Monique de und Michel Mollat du Jourdin, 1984: Portulane, Seekarten vom 13. bis zum 17. Jahrhundert, Hirmer Verlag, München 1984
***Lawrence, H., 1986:** Saxton, Christopher, in: Kretschmer et al., Lexikon, ... Wien 1986, Bd. 2, S. 702
Lelgemann, Dieter, 2001: Ertosthenes von Kyrene und die Meßtechnik der alten Kulturen, Chmielorz, Wiesbaden 2001
Mayer, Ernst, 1876: Über die Gestalt und Größe der Erde, eine historisch-geodätische Studie, Eigenverlag des Verfassers, Fiume 1876
Mayer, Ernst, 1879: Die Geschichte des ersten Meridians und die Zählung der geographischen Länge, Wien 1879
***Meurer, Peter H., 1983:** Zum Vergleich geographischer Längen in alten Karten, in: International Yearbook of Cartography XXIII, Hrsg. Kirschbaum, Klaus; Meine, Karl-Heinz, Kirschbaum Verlag, Bonn, Bad Godesberg 1983, S. 97-103
Meurer, Peter H., 1993: Das Druckprivileg für Matthäus Seutter, Cartographica Helvetica, Heft 8, 1993, S. 32-36
Minow, Helmut, 1979: Der Beitrag der Araber zur Entwicklung des Vermessungswesens im Mittelalter, Vermessungs-Ingenieur, 30, 1979, S. 50-57
***Minow, Helmut, 1991:** Über die Kenntnis der Erddimensionen in der Antike und im Mittelalter, in: 5. Kartographiehistorisches Colloquium, Vorträge und Berichte, Oldenburg, 1990, Hrsg. W. Scharfe und H. Harms, Dietrich Reimer Verlag, Berlin 1991, S. 187-196
***Neumann, Joachim, 1994:** Die allmähliche Durchsetzung der Mercator-Abbildung, in: Gerhard Mercator und seine Zeit, 7. Kartographiehistorisches Colloquium, Vorträge und Berichte, Duisburg, 1994, Hrsg. Wolfgang Scharfe, Duisburger Forschungen, Band 42, Walter Braun Verlag, Duisburg 1996, S. 67-72
Nordenskiöld, Adolf Erik, 1889: Faksimile-Atlas, Stockholm 1889. UB-Graz, Abteilung für Sondersammlungen, Signatur: IV 133.028
Nordenskiöld, Adolf Erik, 1897: Periplus, Stockholm 1897. UB-Graz, Abteilung für Sondersammlungen, Signatur: IV 133.027
Parsons, E. J. S. und W. F. Morris, 1939: Edward Wright and his Work, Imago Mundi, 3, 1939, S. 61-71
***Pastoureau, Mireille, 1986:** Sanson, in: Kretschmer et al., Lexikon, ... Wien 1986, Bd. 2, S. 699-701
***Pelletier, M., 1986:** Coronelli, Vincenzo, in: Kretschmer et al., Lexikon, ... Wien 1986, Bd. 1, S. 146-147
Peschel, Oscar, 1865: Geschichte der Erdkunde, in: Geschichte der Wissenschaften in Deutschland, Hrsg. Historische Commission bei der Königl. Academie der Wissenschaften, Bd. 4, J. G. Cotta'sche Buchhandlung, München 1865
Prell, H., 1960: Die Vorstellungen des Altertums von der Erdumfangslänge, Vermessungstechnik, 8, 1960, S. 147-148

***Proverbio, Edoardo, 1985**: The Contribution of the Mechanical Clock to the Improvement of Navigation; in: Vistas in Astronomy, Vol. 28, 1985, S. 95-103
Ravenhill, William, 1976: As to its Position with Respect to the Heavens, Imago Mundi, 28, 1976, S. 79-93
***Raynaud-Nguyen, Isabelle, 1985:** Longitudes and Meridians on French Charts of the Mediterranean in the 17th and 18th Centuries, in: Vistas in Astronomy, Vol. 28, 1985, S. 49-60
Reichsministerium des Inneren, Hrsg. 1944: Planheft Großdeutsches Reich, Überblick über die Landesvermessungs- und Kartenwerke, Berlin 1944
Richter, Herman, 1939: Willem Jansz. Blaeu with Tycho Brahe on Hven, and his Map of the Island: Some New Facts, Imago Mundi, 3, 1939, S. 53-60
Sallnow, John, 1984: Standard time begins at Greenwich, The Geographical Magazine, LVI, 1984, S. 300 - 303
Sandler, Christian, 1882 - 1890: Johann Baptista Homann, die homännischen Erben, Matthäus Seutter und ihre Landkarten, Beiträge zur Geschichte der Kartographie, Originale veröffentlicht 1882 - 1890, Nachdruck, Meridian Publishing Co., Amsterdam 1979
Sandler, Christian, 1905: Die Reform der Kartographie um 1700, Verlag R. Oldenbourg, München und Berlin 1905
***Schilder, Günter, 1986a:** Blaeu (Familie), in: Kretschmer et al., Lexikon, ... Wien 1986, Bd. 1, S. 95-98
***Schilder, Günter, 1986b:** Jode, Gerard de, in: Kretschmer et al., Lexikon, ... Wien 1986, Bd. 1, S. 366-367
Schödlbauer, Albert, 1981: Rechenformeln und Rechenbeispiele zur Landesvermessung, Teil 1, Wichmann Skripten, Heft 2, Herbert Wichmann Verlag, Karlsruhe 1981
Schödlbauer, Albert, 2000: Geodätische Astronomie, Grundlagen und Konzepte, Walter de Gruyter, Berlin, New York 2000
Sezgin, Fuat, 2001: Arabischer Ursprung europäischer Karten, Cartographica Helvetica, Heft 24, 2001, S. 21-28
***Skelton, Raleigh Ashlin, 1968:** The First English World Atlasses, in: Kartengeschichte und Kartenbearbeitung, Festschrift zum 80. Geburtstag von Wilhelm Bonacker, Hrsg. Karl-Heinz Meine, Bad Godesberg 1968, S. 77-81
Sobel, Dava, 1995: Longitude, The True Story of a Lone Genius Who Solved the Greatest Scientific Problem of His Time, Walker and Company, New York 1995
***Stams, W., 1986:** Nullmeridian, in: Kretschmer et al., Lexikon, ... Wien 1986, Bd. 2, S. 549-551
***Stopp, K., 1986:** Seutter, Matthäus, in: Kretschmer et al., Lexikon, ... Wien 1986, Bd. 2, S. 738-739
***Stott, Carole, 1985:** The Greenwich Meridional Instruments (up to and including the Airy Transit Circle), in: Vistas in Astronomy, Vol. 28, 1985, S. 133-145
Szczesniak, B., 1960: A Note on the Studies of Longitudes Made by M. Martini, A. Kircher and J. N. Delisle, Imago Mundi, XV, 1960, S. 89 - 93
The Times Atlas of the World, 1973: 4. rev. edition, Published by Times Newspapers Ltd., London 1973
Uhden, Richard, 1935: Die antiken Grundlagen der mittelalterlichen Seekarten, Imago Mundi I, 1935, S. 1-19
***Vries, Dirk de, 1986a:** Danckerts, in: Kretschmer et al., Lexikon, ... Wien 1986, Bd. 1, S. 150
***Vries, Dirk de, 1986b:** Wit, Frederick de, in: Kretschmer et al., Lexikon, ...Wien 1986, Bd. 2, S. 899-900
Wagner, Hermann, 1913: Zur Geschichte der Seemeile, Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie, Hrsg. Deutsche Sternwarte Hamburg, 41, 1913, S. 393 - 413 und 441 - 450
Wagner, Hermann, 1914: Der Kartenmaßstab, Historisch-kritische Betrachtungen, Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, 1914, S. 1-34 und 81-117, Schluß fehlt
Wagner, Hermann, 1915a: Gerhard Mercator und die ersten Loxodromen auf Karten, Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie, Hrsg. Deutsche Sternwarte Hamburg, 43, 1915, S. 299-311 und 343-352
Wagner, Hermann, 1915b: Kartometrische Analyse der Weltkarte G. Mercators vom Jahre 1569, Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie, Hrsg. Deutsche Sternwarte Hamburg, 43, 1915, S. 377 – 394

Wagner, Hermann, 1915c: Edw. Wrights Seekarte für die Azorenfahrt vom Jahre 1569, Petermanns Mitteilungen, 61, 1915, S. 476-479, Nachdruck in: Das rechte Fundament der Seefahrt, Deutsche Beiträge zur Geschichte der Navigation, Wolfgang Köberer, Hrsg., Hoffmann und Campe, Hamburg 1982, S. 283-288, Anmerkungen S. 294-295 und Tafel 26

Wallis, Helen M., 1951: The First English Globe: A Recent Discovery, The Geographical Journal, Vol. 117, 1951, S. 275-290

Wallis, Helen M., 1955: Further Light on the Molyneux Globes, The Geographical Journal, Vol. 121, 1955, S. 304-311

***Wallis, Helen M., 1972:** Hakluyt, Richard, in: Dictionary of Scientific Biography, C. C. Gillispie, Hrsg., Charles Scribner's Sons, New York 1972, Bd. VI, S. 20-21

Wawrik, Franz, 1982: Berühmte Atlanten, Kartographische Kunst aus fünf Jahrhunderten, Harenberg Kommunikation, Dortmund 1982

***Wawrik, Franz, 1986:** Waldseemüller, in: Kretschmer et al., Lexikon, ... Wien 1986, Bd. 2, S. 868-870

Wolf, Rudolf, 1877: Geschichte der Astronomie, in: Geschichte der Wissenschaften in Deutschland, Hrsg. Historische Commission bei der Königl. Academie der Wissenschaften, Bd. 16, Verlag R. Oldenbourg, München 1877

Wolf, Rudolf, 1879: Geschichte der Vermessungen in der Schweiz als historische Einleitung zu den Arbeiten der schweiz. Geodätischen Commission, Commission von S. Höhr, Zürich 1879

Zaisberger, Friederike, 1988: Das Landt vnd Ertzstifft Saltzburg, Die erste gedruckte Landkarte Salzburgs, Schriftenreihe des Salzburger Landesarchivs Nr. 5 (1988), Salzburg 1988

Zeger, Josef, 1983: Nullmeridian von Greenwich - 100 Jahre international anerkannt, Eich- und Vermessungsmagazin, Nr. 41, 1983, S. 36-37

Zorzi, Alvise, 1985: Venedig, Die Geschichte der Löwenrepublik, Claassen Verlags GmbH, Düsseldorf 1985, S. 523

9 Verzeichnis der Primärquellen der Untersuchung

9.1 Positionstabellen

Die in Abschnitt 9.1 angeführten Positionstabellen sind in der Arbeit mit ‹ ... › zitiert.

Ptolemäus, Claudius, 2. Jh.: Cosmographia, Codex Valencianus Latinus, XV Jh., Tabellenteil der Faksimileausgabe der Cosmographia des Cl. Ptolemaeus, Codex Valencianus Latinus der UB Valencia, Faksimileatlas, Arte graficas Vicent SA, Valencia 1983, UB-Graz, Abteilung für Sondersammlungen, Signatur: III 429.785

Radolt, Erhard, 1483: 'Tabulæ astronomicæ Alfontij regis castellę. | ... | Anno salutis 1483', Erhardus Radolt Augustensis, (Alfonsinische Tafeln). Die letzte Seite der Tabelle zeigt Reproduktion 4-3 im Anhang. Original UB-Graz, Abteilung für Sondersammlungen, Signatur: I 7.431

Regiomontan, Johannes, 1496: 'Kalendarium magistri Joannis de monteregio viri pertissimi ... ', 1496, Original UB-Graz, Abteilung für Sondersammlungen, Signatur: I 8.497

Regiomontan, Johannes, 1498: Geographische Tafeln, Liste Venedig, 1498, in: Das Kartenbild der Renaissance, Ausstellungskatalog der Herzog August Bibliothek Nr. 20, Wolfenbüttel 1977, UB-Graz, Abteilung für Sondersammlungen, Signatur: II 365.939

Liechtenstein, Peter, 1518: 'Tabulæ Astronomicæ Diui Alfonsi | Regis Romanoru˜ et Castelle: | ... | Ex officina literarie Petri liechtenstein. | Anno 1518 Neetijs | Cum Privilegio' Alfonsinische Tafeln. Das Titelblatt und die erste Seite der Tabelle zeigen die Reproduktionen 4-4 und 4-5 im Anhang. Original ÖNB- Wien, Signatur: 72. V. 70

Stöffler, Johannnes, 1518: 'Calendarivm Romanvm Ma | gnum, Cæsare˜ maiestati dicatum, D. Ioanne | Stoeffler iustingensi Mathematico | authore ... Ex Inclyta Tvbi | gæ Academia | Ann˜ M.D.XVIII'. Nur die ersten 75 Seiten paginiert. Original UB-Graz, Abteilung für Sondersammlungen, Signatur: II 4.282

Apianus Petrus, 1524: 'Cosmographicus liber a Petro Apiano Mathematico 1524' (lt. Katalog, Titelseite fehlt). Original ÖNB- Wien, Signatur: 395.038-B.K

Gemma, Frisius, 1530: 'De principiis Astronomiæ & Cosmographiæ, Gemmæ Phry- | sij Medici ac mathematici | De principiis Astronomiæ & Cosmographiæ| ... Lutetiæ | Apud Gulielmum Cauellat, in pingui gal- | lina, ex aduerso Collegij Cameracensis. | 1557. | Cum Priuilegio Regis'. S. 105, Ende Vorwort: 'Vale, Ex Antuerpia, XVII. | Kalend. Octobris | M. D. XXX', Original UB-Graz, Abteilung für Sondersammlungen, Signatur: I 4.226 a

Apianus Petrus, 1553: 'Cosmographia | Petri Apiani, per Gemmam Frisium | apud Louanienses Medicum & Mathematicum insignem, | iam demum ab omnibus vindicata mendis, ac non- | nullis quoque locis aucta. Additis eiusdem ar- | gumenti libellis ipsius Gemmæ Frsij M. D. LIII. | Veneunt Antuerpiæ Gregorio Bontio sub Scuto Basiliensi, | Latinè, Hispanicè, Gallicè, & Teutonicè, Reip. Comodo seorsum impress.' Das Titelblatt und eine Seite der Tabelle zeigen die Reproduktionen 4-8 und 4-9 im Anhang. Original UB-Graz, Abteilung für Sondersammlungen, Signatur: I 4.239

Kepler, Johannes, 1627: 'Tabulæ | Rudolphinæ, | qvibvs astronomicæ scientiæ, tempo- | rum longiquitate collapsæ restauratio continetur; | A Phoenice illo Astronomorum | Tychone | ... Ioannes Keplerus ... Vlmæ ... anno MDCXXVII'. Das Titelblatt und eine Seite der Tabelle zeigen die Reproduktionen 4-20 und 4-21 im Anhang. Kopie des Catalogus Locorum der ÖNB-Wien.

Varenius Bernhard, 1664: 'Geographia | Generalis | In qua affectiones generales | Telluris explicantur, | Autore | Bernh: Varenio | Med: D. | Amstelodami. | Ex officina Elzeviriana.' 1664, Erstausgabe 1650, Original Kartensammlung der ÖNB-Wien, Signatur: 393.326-A

La Connoissance des Temps, 1683: 'La Connoissance des Temps | ou calendrier | Et | Ephemerides | ... | pour l'Année MDCLXXXIII | ... | A Paris | ... ', Original ÖNB-Wien, Signatur: 104.513 - A

La Connoissance des Temps, 1689: 'La | Connoissance | des Temps | Ou Calendrier | Et | Ephemerides | ... | Calcvlées Pour Paris, | Pour l'Année 1689 | ... | A Paris | ... 'Original ÖNB-Wien, Signatur: 104.513 – A

Riccioli, P. Giovanni Baptista, S. J., 1689: 'Geographia et Hydrographia reformatæ', Erstausgabe 1661, Tabelle eigens gebunden: 'Tabula | Latidudinum | et | Longitudinum | nova | Authore | R. P. Joanne Baptista | Ricciolo Soc: Jesu.' Original UB-Graz, Abteilung für Sondersammlungen, Signatur: I 19.064
La Connoissance des Temps, 1693: 'La | Connoissance | des Temps | Ou Calendrier | Et | Ephemerides | ... | Calculé E's Pour Paris, | Et Pour l'Année 1693 | ... | A Paris | ... ', Original ÖNB-Wien, Signatur: 104.513 - A
Cassini Jr., 1693: Titel nicht bekannt, Werte nach Sandler: 'Die Reformation der Kartographie um 1700', R. Oldenbourg, München und Berlin 1905
Varenius, Bernhard, 1693: 'Bernhardi Varenii | Med. D. | Geographia | Generalis, |... | Ab | Isaaco Newton, Math. Prof. | Lucasiano apud Cantabrigienses. | Edicio Quarta Auctior & Emendatior | ... | Juxta Exemplar | Cantabrigiæ, | Jena | ... | MDCXCIII. ... ', MS Vermerk: 'Soc. Jesu Provinc. Austriæ 1707', Jena 1693, Erstausgabe 1650, Original UB-Graz, Abteilung für Sondersammlungen, Signatur: II 12.216
La Hire, Philippe de, 1701: 'Regiæ Scientiarum Academiæ | Ephemerides | Juxta recentissimas observationes ad Meridianum Parisien- | sem in Observatore Regio | Authore GAB. Philip. De La Hire | eiusdem Academiæ Socio | Ad Annum Ab Incarnatione Verbi MDCCI | ... | Amstelodami. | Apud Sebastianum Petzoldum 1701', S. 9-13, Original ÖNB-Wien, Signatur: 72. V. 5
Connoissance des Temps, 1701: 'La | Connoissance | des Temps | … | Calcule'es Pour Paris | Et pour l'année. 1701. | … | A Paris | … | M.DCCI. | … '. Das Titelblatt und eine Seite der Tabelle zeigen die Reproduktionen 4-24 und 4-25 im Anhang. Original ÖNB-Wien, Signatur: 104.513 - A
Connoissance des Temps, 1702: 'Connoissance | des | Temps | Pour l'Année 1702. | Au Meridien de Paris: | Publiée | Par l'ordre de l'Academie Royale | des Sciences | et calculée| Par M. Lieutaud, de la même Academie.| A Paris, | ... | MDCCII. | … '. Original ÖNB-Wien, Signatur: 104.513 - A
Connoissance des Temps, 1703: 'Connoissance | des | Temps | Pour l'Année 1703. | Au Meridien de Paris: | Publiée | Par l'ordre de l'Academie Royale | des Sciences | et calculée| Par M. Lieutaud, de la même Academie.| A Paris, | ... | MDCCIII. | … '. Original ÖNB-Wien, Signatur: 104.513 - A
Scherer, P. Heinrich, S. J., 1703: 'Geographia Artificialis, Tabellæ Geographicæ ..... Authore | P. Henrico Scherer, Societatis Jesu, | ... Monachii, ... Anno 1703'. Das Titelblatt und eine Seite der Tabelle zeigen die Reproduktionen 4-22 und 4-23 im Anhang. Original UB-Graz, Abteilung für Sondersammlungen, Signatur: II 26.340
Connoissance des Temps, 1706: 'Connoissance | des | Temps | Pour l'Année 1706. | Au Méridien de Paris: | Publiée | Par l'ordre de l'Academie Royale | des Sciences | et calculée| Par M. Lieutaud, de la même Academie.| A Paris, | ... | MDCCVI', Original ÖNB-Wien, Signatur: 104.513 - A
Varenius, Bernhard, 1715: 'Bernhardi Varenii | Med. D. | Geographia | Generalis | In qua affectiones generales Telluris explicantur, | ... Ab Isaaco Newton Math. Prof. Lucasiano | apud Cantabrigienses | Affecta(?) est Appendix, præcipua Recentiorum | inventa ad Geographiam spectantia continens | pluribus Fig. Adornata, | a Jacobo Jurin, A. M. | ... Neapoli MDCCXV'. Erstausgabe 1650, Original UB-Graz, Abteilung für Sondersammlungen, Signatur: II 20.447
Connoissance des Temps, 1716: 'Connoissance | des | Temps | Pour l'Année 1716. | Au Méridien de Paris: | Publiée | Par l'ordre de l'Academie Royale | des Sciences | et calculée| Par M. Lieutaud, de la même Academie.| A Paris, | ... | MDCCXVI', Original ÖNB-Wien, Signatur: 104.513 - A
Doppelmayer, Johann Gabriel, 1716 / 1722: 'Basis Geographiæ Recentioris Astronomica', Weltkarte und Tabelle, eingebunden im 'Atlas Novus' von Homann, erschienen zwischen 1731 und 1742. Kopie der Karte mit Tabelle von der ÖNB-Wien
Connoissance des Temps, 1718: 'Connoissance | des | Temps | Pour l'Année 1718. | Au Méridien de Paris: | Publiée | Par l'ordre de l'Academie Royale | des Sciences | et calculée| Par M. Lieutaud, de la même Academie.| A Paris, | ... | MDCCXVIII', Original ÖNB-Wien, Signatur: 104.513 - A
Wurzelbau, Johann Philip von, 1719: 'Uranies Noricæ, Uranies Noricæ | Basis Astronomica ....edite à | Johanne Philippo à Wurzelbau | Noimbergæ, ... Anno M DCCXIX', Original UB-Graz, Abteilung für Sondersammlungen, Signatur: III 28.447

Wurzelbau, Johann Philip von, 1719: 'Uranies Noricæ, Uranies Noricæ | Basis Astronomica ....edite à | Johanne Philippo à Wurzelbau | Noimbergæ, ... Anno M DCCXIX', Katalogiesiert 1728, Original UB-Graz, Abteilung für Sondersammlungen, Signatur: III 28.446
Connoissance des Temps, 1720: 'Connoissance | des | Temps | Pour l'Année 1720. | Au Méridien de Paris: | Publiée | Par l'ordre de l'Academie Royale | des Sciences | et calculée| Par M. Lieutaud, de la même Academie.| A Paris, | ... | MDCCXX', Original ÖNB-Wien, Signatur: 104.513 - A
Cassini, Jacques, 1723: 'Tables Astronomiques | … | et de | La Position Des Etoiles Fixes | Au Meridien de l'Observatoire Royal de Paris.' Tabelle: 'Table Premiére. | de la Différence des Méridiens | entre l'Observatoire Royal de Paris & les pricipaux lieux | de la Terre; | avec leur Latitude ou Hauteur du Pole.', gedruckt 1740. Das Titelblatt der Tabelle zeigt die Reproduktion 4-28 im Anhang. Original UB-ETH Zürich, Sammlung Rara, Signatur: 11.494 / RA
La Hire, Philippe de, 1727: 'Tabulæ | Astronomicæ | Ludovici Magni | ... | Parisiis | … | M.DCC.XXVII. | cum privilegio regis.' 2. Auflage. Das Titelblatt und eine Seite der Tabelle zeigen die Reproduktionen 4-29 und 4-30 im Anhang. Original UB-Graz, Abteilung für Sondersammlungen, Signaturen: I 4.106 und II 4.183
Connoissance des Temps, 1730: 'Connoissance | des | Temps | Pour l'Année 1730. | Au Méridien de Paris: | Publiée | Par l'ordre de l'Academie Royale | des Sciences | et calculée| Par M. Godin, de la même Academie.| A Paris, | ... | MDCCXXX', Original ÖNB-Wien, Signatur: 104.513 - A
Connoissance des Temps, 1740: 'Connoissance | des | Temps | Pour l'Année 1740. | Au Méridien de Paris: | Publiée | Par l'ordre de l'Academie Royale des Sciences, | et calculée| Par M. Maraldi, de la même Academie.| A Paris, | ... | MDCCXXX', Original ÖNB-Wien, Signatur: 104.513 - A
Connoissance des Temps, 1750: 'Connoissance | des | Temps | Pour l'Année 1750. | Au Méridien de Paris, | Publiée | Par l'ordre de l'Academie Royale | des Sciences | et calculée| Par M. Maraldi, de la même Academie.| A Paris, | ... | M.DCCXLIX.'. Das Titelblatt und eine Seite der Tabelle zeigen die Reproduktionen 4-26 und 4-27 im Anhang. Original UB-Graz, Abteilung für Sondersammlungen, Signatur: I 4.511

9.2 Atlanten

Titel der Karten aus den in Abschnitt 9.2 angeführten Atlanten sind in der Arbeit mit \ ... \ zitiert .

Ptolemäus, Claudius, 2. Jh., 1482: 'Geographia in terza rima', Ausgabe Florenz ,1482, von Francesco Berlinghieri, Faksimileausgabe: Verlag Theatrum Orbis Terrarum, Amsterdam 1966. Einen Ausschnitt aus der Afrikakarte zeigt die Reproduktion 4-2 im Anhang. UB-ETH Zürich, Kartensammlung, Signatur: 13.927 III/6 fol. TS bzw. KA 020 Welt 1482:2

Ptolemäus, Claudius, 2. Jh., 1482: 'Cosmographia', Ausgabe Ulm 1482, Faksimileausgabe: Verlag Theatrum Orbis Terrarum, Amsterdam 1963, Einen Ausschnitt aus der Weltkarte zeigt die Reproduktion 4-1 im Anhang. UB-ETH Zürich, Kartensammlung Signatur: KA 020 Welt 1482 : 1

Agnese, Battista, 2. Hälfte 16. Jh.: Atlas, Original in der UB-Bologna, Codex 997, Umzeichnung in: Die | Entdeckung Amerikas | in ihrer Bedeutung | für die | Geschichte des Weltbildes | von | Konrad Kretschmer | Atlas | London, Berlin, Paris 1892, Festschrift der Gesellschaft für Erdkunde in Berlin zur vierhundertjährigen Feier der Entdeckung Amerikas. Tafel XXIV. UB-Graz, Abteilung für Sondersammlungen, Signatur: IV 447.261

Ortelius, Abraham, 1570: 'Thea | trum | Orbis | Terrarum | Antwerp 1570', Faksimileausgabe: Verlag Theatrum Orbis Terrarum, Amsterdam MCMLXIV. Einen Ausschnitt aus der Amerikakarte zeigt die Reproduktion 4-15 im Anhang. Kartensammlung der UB-ETH Zürich, Signatur: KS 13.927 fol. I/3

Gerard de Jode, Gerard, 1578: 'Speculum | Orbis | Terrarum | Antwerpen, 1578'. Faksimileausgabe: Verlag Theatrum Orbis Terrarum, Second Series - Volume II, Amsterdam MCMLXV, Kartensammlung der UB-ETH Zürich, Signatur: 13.927: II/2 fol. TS, Original UB-Graz, Abteilung für Sondersammlungen, Signatur: III 26.299

Barentsz, Willem, 1595: 'Willem Barentsz. | Caertboeck | van de Midlandtsche Zee | Amsterdam 1595' Faksimileausgabe: Verlag Theatrum Orbis Terrarum Ltd., Amsterdam 1970. Kartensammlung der UB-ETH Zürich

Mercator, Gerhard, 1595: 'Atlas | Sive | Cosmographicæ | Meditationes | De | Fabrica Mundi et | Fabricati Figura. | Gerardo Mercatore Rupelmundano, | … ' Duisburg 1595, Das Titelblatt und die Polkarte des Atlas zeigen Reproduktionen 4-14 und 4-11 im Anhang. Original UB-Graz, Abteilung für Sondersammlungen, Signatur: III 26.304-07

Hond, Heinrich, 1623: 'Gerardi Mercatoris | Atlas | sive | Cosmographicæ | Meditationes | de | Fabrica Mundi et | Fabricati Figura. | Denuò auctus | Editio Quinta | Sumtibus & typis aeneis Henrici Hondij, Amsterodami An. D. 1623.' Original UB-Graz, Abteilung für Sondersammlungen, Signatur: III 11.553

Hond, Heinrich, 1636: 'Gerardi Mercatoris | Atlas | or | A Geographicke description, | ... of the | World ... | The second Volumee Editio ultima, Sumptibus &t typis aeneis Henrici Hondij, Amsterodami 1636.' Faksimileausgabe: Verlag Theatrum Orbis Terrarum, Amsterdam 1968, Band I und II. Einen Ausschnitt aus der Afrikakarte zeigt die Reproduktion 4-16 im Anhang. UB-ETH Zürich, Kartensammlung, Signatur: 13.927.: VI/3 fol. TS

Jansson, Johann, 1648: 'Atlas Minor | Das ist | Eine kurtze| jedoch gründliche | Beschreibung der gantzen Welt | In zwey Theile abgetheilt | ... ' 'Das Ander Theil | ... | Amsterodami, | Ex officina | Ioannis Ianssoni. | MDCXXXXVIII.' Original UB-Graz, Abteilung für Sondersammlungen, Signatur: I 11.909

Blaeu, Jean, 1663: 'Geographie, | qvi est | la premiere partie | de la | Cosmographie | Blaviane | en laqvelle | est representée | dans des cartes | et | illustrée de descriptions, | Amsterdam, | Chez Jean Blaeu | MDCLXIII.' Faksimileausgabe: Verlag Theatrum Orbis Terrarum, Amsterdam 1967, Band I - XII. Das Titelblatt des Atlas zeigt die Reproduktion 4-17 im Anhang. UB-ETH Zürich, Kartensammlung, Signatur: +14.021:1 bis 12 fol. TS

Wit, Frederik de, nach 1670: 'Atlas | Tot Amsterdam | Bij Frederick de Wit in de Calverstraet bij | den Dam in de Witte Paskaert.', Atlas nicht datiert, Original UB-Graz, Abteilung für Sondersammlungen, Signatur: IV 11.556

Roggeveen, Arent und Pieter Goos, 1675: 'Arent Roggeveen | Pieter Goos | The Burning Fen | First Part | Amsterdam 1675', Faksimileausgabe: Verlag Theatrum Orbis Terrarum, Amsterdam 1971, UB-ETH Zürich, Kartensammlung
Sanson, Nicolas, 1683: 'L' Europe en Plusieures Cartes | … | Par N. Sanson d' Abbeville, Geograph Ordinaire du Roy | a Paris | … | 1683' und 'L' Afrique | En Plusieurs Cartes | ... | Par le Sr. Sanson d'Abbeville, Geographe Ordin. du Roy.', Erstausgabe 1648. Das Titelblatt und die Europakarte des Atlas zeigen die Reproduktionen 4-18 und 4-19 im Anhang. Original UB-Graz, Abteilung für Sondersammlungen, Signatur: III 26.295
Coronelli, Vincenzo, 1692: 'Corso | Geografico | Universale | O' Sia | La Terra | Divisa | Nelle Sue Parti, | E Svbdistincta | Ne' Suoi Gran Regni. | Esposita | In Tavole Geografiche, ricorette, | ... | Dal Padre Maestro | Vincenzo Coronelli M. C. | Cosmografo della Serenissima Republica di Venetia. | ... | In Venetia, MDCXCII | A spese dell' Autore.', 2 Bde. Original UB-Graz, Abteilung für Sondersammlungen, Signatur: IV 8.531
Weigel, Christoph, 1720: 'Atlas scholasticus et itinerarius, Johann David Köler | Atlas | scholasticus et itinerarius complectens | novæ geographicæ tabulas ....a | Christophoro Weigelio excusas | Norimbergæ | typ. Chr. Weigelius | ca. MDCCXX', Titelblatt fehlt, Text von Hand nachgetragen. Original UB-Graz, Abteilung für Sondersammlungen, Signatur: III 115.723
Delisle, Guillaume, 1730: 'Atlas | Nouveau, | Contenant Toutes | Les Parties Du | Monde, | ... | Par Guillaume de l'Isle. | Premier Géographe de sa Majesté. | Chez Jean Còvens & Corneille Mortier. | sur le Vygendam. | MDCCXXX.' Original ÖNB-Wien Kartensammlung, Signatur: 393.687-EK
Seutter, Matthäus, 1730: 'Atlas Novus | Sive | Tabulae Geographicae | Totius Orbis Faciem, Partes Imperia | Regna et Provincias Exhibentes | Exactissima Cura | Iuxta Recentissima Observation. | Aeri incisae, et Venum Expositae | À | Mattaeo Seütter, SCMG | Augustae Vinde ... ', Blatt beschädigt, Wien 1730, Original UB-Graz, Abteilung für Sondersammlungen, Signatur: IV 11.558
Homann, Johann Baptist, zwischen 1731 und 1742: 'Atlas Novus | Terrarum Orbis Imperia | Regna et Status | exactis Tabulis Geographicè demonstrans | Operà | Iohannis Baptistæ Homanni | Sacræ Caes. Maj. Geographi, & Reg^{iae} Boruss. Societ. Menmbri. | Norimbergæ'. MS Vermerk am Titelblatt: 'Collegii Graecensis Soc. Jesu, Inscriptus 1742', Original UB-Graz, Abteilung für Sondersammlungen, Signatur: IV 26.291
d'Anville, Jean-Baptiste Bourguignon, ca. 1780: 'Atlas Complet', Titel aus dem Katalog, das Titelblatt fehlt, ca. 1780, Original ÖNB-Wien, Kartensammlung, Signatur: FKB 280/22
Schrämbl, Franz Anton, (1786-) 1800: 'Allgemeiner | Großer | Schrämblischer Atlas. | Wien, | Im Verlag Bey Joseph Philipp Schalbacher | 1800', Original UB-Graz, Abteilung für Sondersammlungen, Signatur: IV 199.812

9.3 *Einzelkarten und Globen*

Titel der in Abschnitt 9.3 angeführten Einzelkarten und Globen sind in der Arbeit mit < ... > zitiert. Die Titel von Karten die in Sammelwerken untersucht wurden sind mit « ... » bezeichnet. Die Unterscheidung zwischen Atlas und Einzelkarten konnte nicht immer sicher getroffen werden.

Waldseemüller, Martin, 1507: Weltkarte 'Universalis Cosmographia', Wandkarte auf 12 Blättern, St. Diè, Elsass, Faksimileausgabe von J. Fischer und F. v. Wieser, Innsbruck 1903. Einen Ausschnitt aus der Weltkarte zeigt die Reproduktion 4-6 im Anhang. ÖNB, Globenmuseum, Signatur K III 109.806

Waldseemüller, Martin, 1507 und 1516: Weltkarten 'Universalis Cosmographia' und 'Carta Marina', Faksimileausgabe der Einzelblätter der beiden Karten von Josef Fischer und Franz R. v. Wieser: 'Die älteste Karte mit dem Namen Amerika aus dem Jahre 1507 und die Carta Marina aus dem Jahre 1516 des M. Waldseemüller (Ilacomilus)', Innsbruck 1903. Nachdruck des Bandes: Verlag Theatrum Orbis Terrarum, Amsterdam 1968. Ausschnitte aus den Weltkarten zeigen die Reproduktionen 4-6 und 4-7 im Anhang. UB-ETH Zürich, Kartensammlung, Signatur: 14.070 fol. TS, KA 020 Welt 1507

Ruysch, Johannes, 1508: '.Vni-| versalior | Cogniti Orbis | Tabvla. | .Ex Recen- | tibvs confecta Observationi- | bus', Ptolemaeus, Ausgabe Rom 1508. Reproduktion in: A. E. Nordenskiöld, Faksimile-Atlas, Stockholm 1889, Platte XXXII

Vespucci, Juan, 1524: 'Totivs. Orbis. Descriptio. Tam Vetervm Qvam Recentivm. Geographorvm. Traditionibuvs. Observata. Novvm. Opvs Ioannis Vespvcci Florentini. Macoleri Regis', Reproduktion in: A. E. Nordenskiöld, Periplus, Stockholm 1897, Platte XLVII, Auf $^{2}/_{3}$ verkleinert auch bei Hans Wolff, Hrsg. in 'America, Das Frühe Bild der Neuen Welt', Ausstellung der Bayerischen Staatsbibliothek München, München 1992, Original in der Bayerischen Staatsbibliothek, München

Mercator, Gerhard 1538: Weltkarte, Die Karte trägt keinen Titel, nur eine Widmung und wird meist 'Orbis Imago' genannt. Reproduktion in: A. E. Nordenskiöld, Faksimile-Atlas, Stockholm 1889, Platte XLIII

Ptolemäus, Claudius, 2. Jh., 1540: Ausgabe Basel 1540, Weltkarte 'Typus Orbis Vniversalis', Reproduktion in: A. E. Nordenskiöld, Faksimile-Atlas, Stockholm 1889, Platte XLIV

Mercator, Gerhard, 1541: Globus. Einen Globusstreifen zeigt Reproduktion 4-13 im Anhang. Original ÖNB-Wien, Globenmuseum, Signatur: GL. 13

Mercator, Gerhard, 1541 und 1551: Globusstreifen, Faksimileausgabe: 'Sphère Terrestre Et Sphère Celeste | de | Gerard Mercator | de Rupelmonde, | Éditeées a Louvain en 1541 et 1551 | Édition Nouvelle de 1875, | d'apres l'original appartenant à la Bibliothèque royal de Belgique | Bruxelles, | Librairie C. Muquardt (Merzbach et Falk), Rue de la Régence, 45 | MDCCCLXXV.' Einen Globusstreifen zeigt Reproduktion 4-13 im Anhang. ÖNB-Wien, Kartensammlung, Signatur: 20.933-D

Ptolemäus, Claudius, 2. Jh., 1548: 'La Geografia di Claudio Ptolemeo, Venetia 1548', Weltkarte 'Vniversale Novo', Reproduktion in: A. E. Nordenskiöld, Faksimile-Atlas, Stockholm 1889, Platte XLV

Tramezini, Michaele, 1554: Weltkarte 'Cum Privilegio. Svmmi. Pont. Et Senat. Venet. Michaelis, Tramezini Formis. M.D.LIIII', verkleinerte Reproduktion in: A. E. Nordenskiöld, Periplus, Stockholm 1897, Westliche Hemisphäre, S. 146-147, Abb. 66

Mercator, Gerhard, 1569: Weltkarte, 'Nova et Aucta | Orbis Terræ | Descriptio ad | Usum Na | uigantium emendatè accomodata'. Faksimileausgabe der Karte in Atlasform auf 18 Blättern. Publicaties van het Maritiem Museum "Prins Hendrik" no 6. Supplement to Imago Mundi no. 2. Einen Ausschnitt aus der Weltkarte zeigt Reproduktion 4-12 im Anhang. UB-ETH Zürich, Kartensammlung, Signatur: 351.002

Mercator, Gerhard, 1572: Europakarte 'Europæ descriptio emendata MDLXXII', Kopie des Exemplars der UB-Basel, erhalten von Prof. Dürst, Zürich. Den Ausschnitt mit der Textkartusche aus der Europakarte zeigt die Reproduktion 4-10 im Anhang

Saxton, Christopher, 1583: Wandkarte 'Britannia Insularem in Oceano Mixima', in: Survey of England and Wales, 'Christophorvs Saxton descripsit'. Faksimileausgabe der Wandkarte in 20 Blättern, R. A. Skelton, Verleger Nico Israel, Amsterdam 1974, Imago Mundi, Supplement No. VI, UB-ETH Zürich, Kartensammlung, Signatur: P 13.385 a : 6 TS

Hakluyt, Richard, 1587: Amerikakarte 'Novvs Orbis', 1587, Reproduktion in: A. E. Nordenskiöld, Faksimile-Atlas, Stockholm 1889, S. 131

Torriani, Leonardo, 1588: Karte der Kanaren 'Las Islas Canarias Bajo el Signo de Cancer', verkleinerte Kopie in [Hess und Twaroch, 1998]

De Jode, Gerard, 1593: Weltkarte 'Hemispheriv˜ De Aequinoctiali Linea, Ad Circvlv˜ Poli | Arctici', Reproduktion in: A. E. Nordenskiöld, Faksimile-Atlas, Stockholm 1889, Platte XLVIII

Wright, Edward, 1599: Azoren-Karte 'The voyage of the right Honorable | the Earle of Cumberland to the | islands Azores A. D . 1589'. Ohne Titel, Veröffentlicht in 'Certaine Errors in Navigation, ... detected and corrected' London, 1599. Verkleinerte Kopie des Exemplars der Königlichen Bibliothek Kopenhagen bei [Wagner 1915c].

Wright, Edward und Richard Hakluyt, 1599: Weltkarte 'Hydrographical description of the World' veröffentlicht in 'The principal navigations, voyages, traffiques and discoveries ...' 1599, Reproduktion in: A. E. Nordenskiöld, Faksimile-Atlas, Stockholm 1889, Platte L

Keere, Pieter van den, 1622: Weltkarte, 'Nova Totius Terrarum Orbis Geographica ac Hydrographica Tabula', Faksimileausgabe der Universität Utrecht, Prof. Günter Schilder

Blaeu, Guiljelmus, 1648: Weltkarte, 'Nova Totius Terrarum Orbis Geographica ac Hy= Drographica Tabula | ... | auct: Guiljelmo Blaeuw.', Beilage zum Faksimileatlas von Jean Blaeu, 1663, Verlag Theatrum Orbis Terrarum, Amsterdam 1967, Band I - XII. UB-ETH Zürich, Kartensammlung, Signatur: +14.021:1 bis 12 fol. TS

Kepler, Johannes und Philip Eckebrecht, 1657: Weltkarte 'Noua Orbis Terrarum Delineatio Singulari Ratione Accomodata | Meridiano Tabb. Rudolphi Astronomicarum', Kopie der Karte der ÖNB-Wien

Visscher, Nicolaus Johannes, um 1666: Weltkarte ohne Titel, verkleinerte Reproduktion in [GOSSJEAN und KINAUER 1970, S. 106-107]

Coronelli, Vincenco, 1688: Globus Venedig, 1688, 110 cm Durchmesser, Original ÖNB-Wien, Globenmuseum, Signatur GL. 54

Sanson-Jaillot, 169?: Regionalkarte 'Partie du Cercle d'Autriche ou sont | les Duchés | de Stirie, de Carinthie, de Carniole | et autres Estats Hereditaires a la Maison | d'Autriche | Par le S^{r}. Sanson, Geographe ordinaire du Roy. | a Paris, Chez le S^{r}. Iaillot, Geographe desa Majesté, | joignant les grands Augustins, aux deux globes. | Avec Privilége du Roy | 169_'. Sammlung Forstner

Delisle, Guillaume, 1714: 'Hemisphere Septentrional | pour voir plus distinctement | Les Terres Arctques | Par Guillaume Delisle de l'Academie R.^{le} des Scien.^{ces} | A Paris chez l'Auteur sur le Quay de l'Horloge | avec Privelege Juillet 1714.' Eingebunden in einen Sammelatlas von Homann 2 Bde., Titelblatt: 'Atlas | Amsteladami apud Reinervm et Josvam Ottens.' Bd. 1, Original ÖNB-Wien, Kartensammlung, Signatur: FKB 281-12

Eisenschmid, Johann Caspar, 1720: Wandkarte auf 4 Blättern, 'Tabula Novissima Totius | Germaniæ, | præcipuè ex designatione | Viri celeberrimi | Dni. Johannis Caspari Eisenschmidii, | Medicinæ Doctoris et Mathem. Apud Argent. præstantissimi | cum insigni augmento in lucem edita | á | Johanne Baptista Homanno | Sacræ Cesareæ MajestatisGeographo | Norimbergæ.' eingebunden in: 'Atlas Novus | Terrarum Orbis Imperia | Regna et Status | ... | Opera | Iohannis Baptistæ Homani | Sacræ Caes. Maj. Geographi, &$_{t}$ Reg.^{iae} Boruss. Societ. Scient. Membri | Noribergæ | Cum Privilegio Sacræ Caesareæ ut et Reg.Maj. Polon.', nächstes Blatt: 'Grosser | Atlas | über die | Gantze Welt | ... | Samt einer kurtzen Einleitung | zur | Geographie | ... | deutlich beschrieben | durch | Herrn Johann Gabriel Doppelmayr | ... | Nürnberg | MDCCXXXVII.', Original ÖNB-Wien Kartensammlung, Signatur: FKB 272-18, Bd. 1.

Weigel, Christoph und J. B. Homann, um 1720: 'Planiglobium Terrestre Minus in hanc formam reductam | à Iohanne Bapt. Homanno Geogr. Excudente Christop Weigelio Noribergæ'. Die östliche Hemisphäre der Weltkarte zeigt Reproduktion 4-33 im Anhang. Verkleinerte Reproduktion der ÖNB-Wien, Kartensammlung

Delisle, Guillaume, 1722/1763: 'Carte | d'Amerique | dressée pour l'usage du Roy | en 1722. | Par Guillaume Delisle premier Géographe de SA MAJESTÉ | de l'Académie Royale des Sciences. | Et augmentée des Nouv.^{lles} Découvertes en 1763. Par Phil. Buache son Gendre. | A Paris, | Chez l'Auteur, sur le Quay de l'Horloge. | avec Privilége', Neuauflage1763. Einen Ausschnitt aus der Amerikakarte zeigt Reproduktion 4-31 im Anhang. Original UB-ETH Zürich, Kartensammlung, Signatur: K 268.027 / TS

Doppelmayer, Johann Gabriel, 1716/1722: Weltkarte und Tabelle, 'Basis Geographiæ Recentioris Astronomica', eingebunden im 'Atlas Novus' von Homann, erschienen zwischen 1731 und 1742. Einen Ausschnitt aus der Weltkarte zeigt Reproduktion 4-32 im Anhang. Kopie der Karte mit Tabelle von der ÖNB-Wien
Hase, Johann Matthias, 1733: 'Africa | Secundum legitimas Projectionis | Stereographicæ regulas | et | ... | a Ioh. Matthia Hasio M.P.P.O: | h. t. Facult. Phil. In Acad. Witeb. Decano | Impensis Homannianorum Heredum | C.P.S.C.M.', erschienen 1737, Original UB-ETH Zürich, Kartensammlung, Signatur: 12:956 fol. TS
Hase, Johann Matthias, 1743: 'Europa | Secundum legi- | timas Projectionis | Stereographicæ re- | gulas et | ... | à Ioh. Matth. Hasio | Math. P.P.O. | edita Curis | Homannianorum | Heredum.', erschienen 1743 nach Hases Tod, Original UB-ETH Zürich, Kartensammlung, Signatur: 12:956 fol. TS
Hase, Johann Matthias, 1746: 'Americæ | Mappa generalis | Secundum legitimas projectionis | stereo- | graphicæ re- | gulas, relationesque recentis | ... | ... nec | non secundum mentem D.I.M. Hasii. M.P.P. | ... | ... delineata ab Aug. Gottl. Boehmio. | Phil. Magistro. In lucem proferentibus | Homannianis | Heredibus.', erschienen 1746 nach Hases Tod, Original UB-ETH Zürich, Kartensammlung, Signatur: 12:956 fol. TS
Hase, Johann Matthias, 1746: Weltkarte 'Planiglobii Terrestris | Mappa Universalis | Utrumq~ Hemisphærium Orient. et Occidentale repræsentans | Ex IV. mappis generalibus, Hasianis composita et adjectis | ceteris hemisphæriis designata a G. M. Lowizio | Excudentibus Homann: Heredibus. Cum Priv. S. Caes. Maj. A. MDCCXXXXVI.', erschienen 1746 nach Hases Tod, Original UB-ETH Zürich, Kartensammlung, Signatur: 12:956 fol. TS
Conv.^{to} Agustino de la Laguna, 1780: Kanaren-Karte 'Mapa con Planos y Vistar de las Yslas de Canaria .. ' Faksimileausgabe: Edita Museo Militar Regional de Canarias, 1994. Kopie

Die in Abschnitt 6.2 untersuchten Einzelkarten Kärntens sind in Tabelle 3-1 im Anhang angeführt.

ANHANG

Reproduktionen, Tabellen, Abbildungen

ANHANG: INHALTSVERZEICHNIS

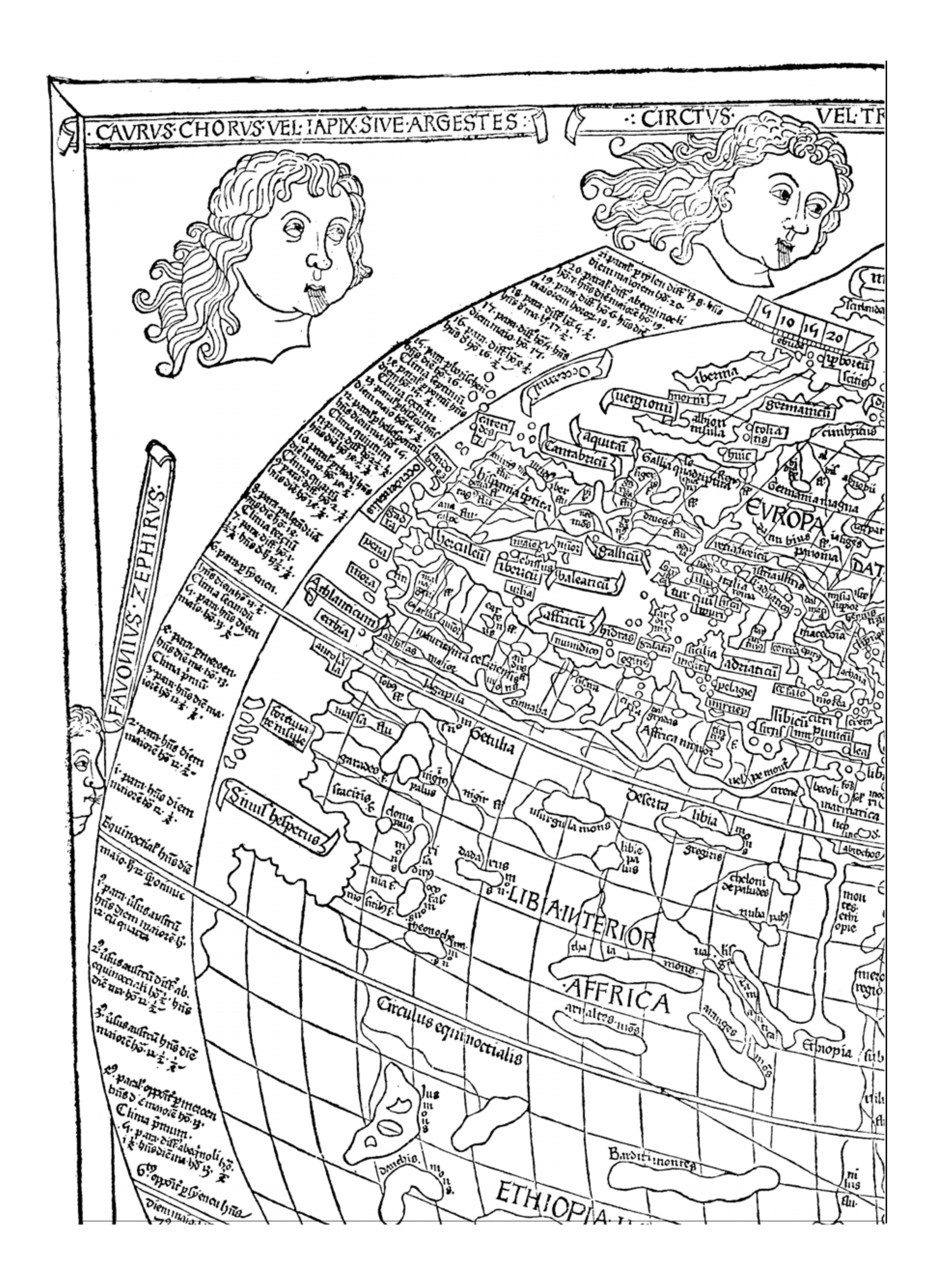
Reproduktionen:

Tabellen

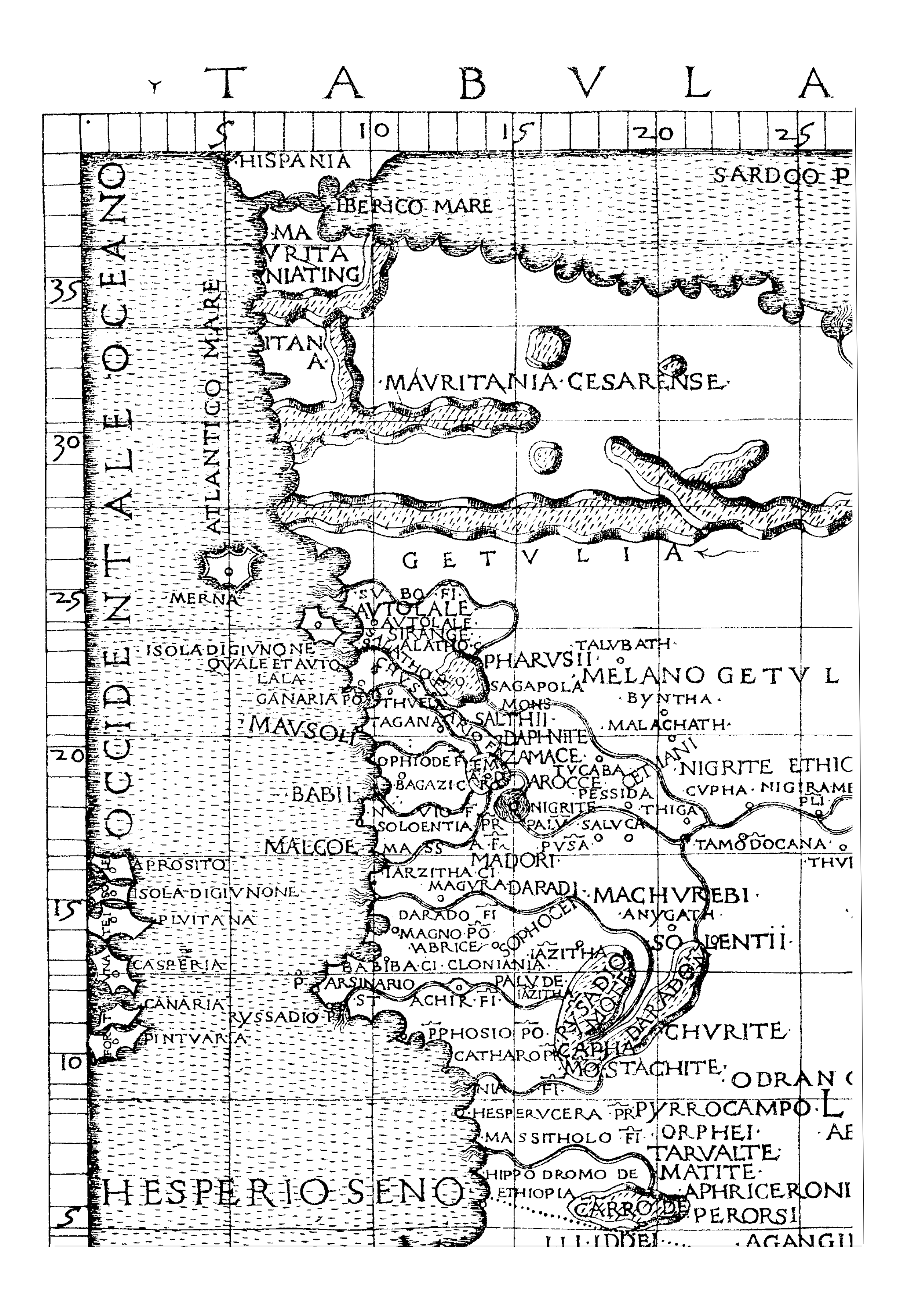
Abbildungen

ANHANG

Reproduktionen



Repro 4-1: Ausschnitt der Weltkarte der Ulmer Ptolemäusausgabe aus dem Jahre 1482. Die sechs 'Fortunate insule' liegen mit ihrem West-Spitzen deutlich östlich des ptolemäischen Ausgangsmeridians.

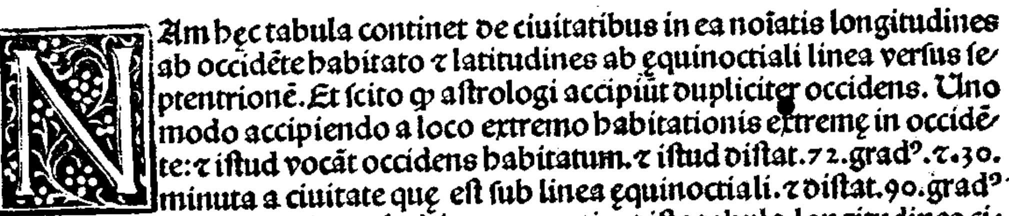


Repro 4-2: Ausschnitt der Afrikakarte *Francesco Berlinghieris* von etwa 1482. Die sechs *'Fortvnate Isole'* besitzen eine Längenausdehnung von etwa 2°, liegen mit ihrem Zentrum auf der Länge von 1° Ost und legen mit ihren West-Spitzen den ptolemäischen Ausgabgsmeridian fest.

Residua portiūcula tabulę longitudis ⁊ latitudis ciuitatū ab occidēte habitato.

Nomina	Lōgitudo g̃	Lōgitudo m̃	Latitudo g̃	Latitudo m̃	Nomina	Lōgitudo g̃	Lōgitudo m̃	Latitudo g̃	Latitudo m̃
Trabeça	82	0	41	0	Thaphule	107	0	4	0
Ciuitas venti	83	0	31	0	Alcandeger	110	0	30	0
Maroch	84	0	38	0	Benis	117	0	18	0
Alre	86	0	26	0	Megar	121	0	6	0
Addicaram	87	0	40	0	Hecȝ de t̄ra indię	125	0	12	0
Saçar	91	0	40	0	Delimeth insula	127	0	6	0
Fargana	92	0	43	0	Mauraria	129	0	8	0
Balach	95	0	37	0	Albertim	130	0	30	0
Thebim	100	0	28	0	Ciuitas reg. altini	150	30	18	30

Canon tabulę longitudinis ⁊ latitudinis ciuitatum.



Nam hęc tabula continet de ciuitatibus in ea noīatis longitudines ab occidēte habitato ⁊ latitudines ab ęquinoctiali linea versus septentrionē. Et scito q̄ astrologi accipiūt dupliciter occidens. Uno modo accipiendo a loco extremo habitationis extremę in occidēte: ⁊ istud vocāt occidens habitatum. ⁊ istud distat. 72. grad⁹. ⁊. 30. minuta a ciuitate quę est sub linea ęquinoctiali. ⁊ distat. 90. grad⁹ ab oriente. ⁊ s̄m istud occidens habitatum continet ista tabula longitudines ciuitatum. Alio modo accipiunt occidens in loco versus occidentem distantē additam ciuitate Arim. 90. gradus. ⁊ istud vocant occidens verū ꝓ eo q̄ ab illo loco usq̄ in orientem sunt gradus. 180. qui sunt media pars cęli ⁊ arim. tunc est in medio distans ęqualiter ab oriente ⁊ occidente. scȝ a quolibet ipsorum p. 90 gradus ⁊ istud occidens verum est vltra occidēs habitatū p. 17. grad⁹. et. 30. minuta. Un̄ si quis vellet longitudinem harū ciuitatū. ab occidente vero addat longitudinē hic positę. 17. gradus. et. 30. minuta. et resultabit longitudo ab occidente v̄o. ⁊ si quis longitudinē prędictarum ciuitatum subtrahere vellet: subtrahat longitudinē hic positā a. 72. gradib⁹. et minuta. 30. ⁊ q̄d remanebit erit lōgitudo ab oriēte

Finis tabularū astronomicarū Alfontij regis castellę. Impressionem quarū emendatissimā Erhard⁹ ratdolt augustensis mira sua arte sua ⁊ impensa foelicissimo sidere complere curauit. Anno salutis 1483 Sole in. 20. gradu Cancri gradiente hoc ē. 4. non̄. Julij. Anno mundi. 7681. soli deo dominanti astris Gloria.

Repro 4-3: Die letzte Seite der ‹Tabula latitudinis et longitudinis ciuitatum ab occidente habitato› in den 'Tabulæ astronomicæ Alfontij regis castellæ', herausgegeben von *Erhard Radolt* 1483. Der Text am Ende der Tabelle findet sich nur in dieser Ausgabe.

Tabule Astronomice Diui Alfonsi
Regis Romanorũ et Castelle:
Nuper q̃ diligentissime cum additionibus emenda
te. Ex officina litteraria Petri liechtenstein.
Anno 1518 Venetijs.

Cum priuilegio.

Repro 4-4: Titelblatt der 'Alfonsinischen Tafeln', herausgegeben von *Peter Liechtenstein*, 1518.

27

prius cuȝ hora nota eſſet. ⁊ locuȝ ſtelle inuenire vellemus: equationẽ dierꝫ ab horis illis ſubtraximus. ⁊ ita examinãde ſunt hore: vt ſciamus q̃ ſunt hore equatiõis: ⁊ q̃ regiõis. ¶ Exta bula cõ uerſionuȝ tp̃is in gradus ⁊ minuta: ⁊ ecõuerſo ⁊c̃ habemus perq̃ facili- ter: titulos tabule inſpicimus: q hec oĩa plane explanant ſtudioſis aſtronomie. Finis. fo.32

*   *   *

¶ Tabula Regionum Prouinciarum ac Ciuitatuȝ inſigniorꝫ Europe: Et que in vicinijs ſingularituȝ iacent ad ſcriptas tanq̃ pꝛimarias reducen tur: pauxillo quopiã interuallo nullã differẽtiã notatu dignã ĩportãte.

Nomina oppidorꝫ		ho	m̃	Polares g̃	Nomina oppidorꝫ		ho	m̃	Polares g̃
Hybernia	or.	0	8	59	Madeburgum	or.	1	40	54
Scotia	or.	0	48	59	Erfordia	or.	1	28	51
Oxonium	or.	0	32	53	Lips	or.	1	34	51
Compoſtellum	oc.	0	16	45	Ingelſtadium	or.	1	28	49
Liſibona	oc.	0	16	41	Nurenberga	or.	1	24	49
Toletum		0	0	41	Ratiſpona	or	1	30	49
Corduba	oc.	0	3	38	Ulma	or.	1	24	47
Ceſarauguſta	or.	0	18	41	Praga	or.	1	48	50
Rhotomagus	or.	0	41	50	Uratiſlauia	or.	2	4	51
Pariſius	or	0	54	48	Cracouia	or.	2	20	51
Lugdunũ	or.	0	53	45	Caſſouia	or.	2	20	50
Burdigala	or.	0	32	45	Buda	or.	2	14	45
Auinio	or.	0	52	44	Segnia	or.	1	54	45
Toloſa	or.	0	41	43	Uienna pãnonie	or.	1	39	48
Uienna prouintie	or.	0	54	44	Patauia	or.	1	34	48
Maſſilia	or.	0	56	53	Saltzeburgum	or.	1	36	48
Brugis	or.	0	48	52	Judeburgum	or.	1	36	47
Gandauũ	or.	1	0	52	Uillacum	or.	1	37	46
Traiectum	or.	1	12	53	Brixina	or.	1	32	45
Colonia agrippina	or	1	11	51	Uenetie	or.	1	34	45
Macolinia	or.	1	0	51	Ancona	or.	1	38	44
Maguntia	or.	1	9	50	Roma	or.	1	40	42
Herbipolis	or.	1	20	50	Tarentum	or.	2	8	40
Argentina	or	1	12	47	Brundiſium	or.	2	4	39
Conſtantia	or.	1	14	46	Neapolis	or.	2	0	41
Auguſta vindel.	or	1	34	46	Florentia	or.	1	34	43
Dacia	or.	1	50	58	Mediolanũ	or.	1	24	44
Suetia	or.	1	52	62	Taurinum	or	1	22	43
Lubecca	or.	1	40	56	Genua	or.	1	20	43
Danticum	or.	2	20	56	Sardinia	or.	1	6	38
Pruntiniga	or.	1	24	53	Sicilia	or.	1	54	37

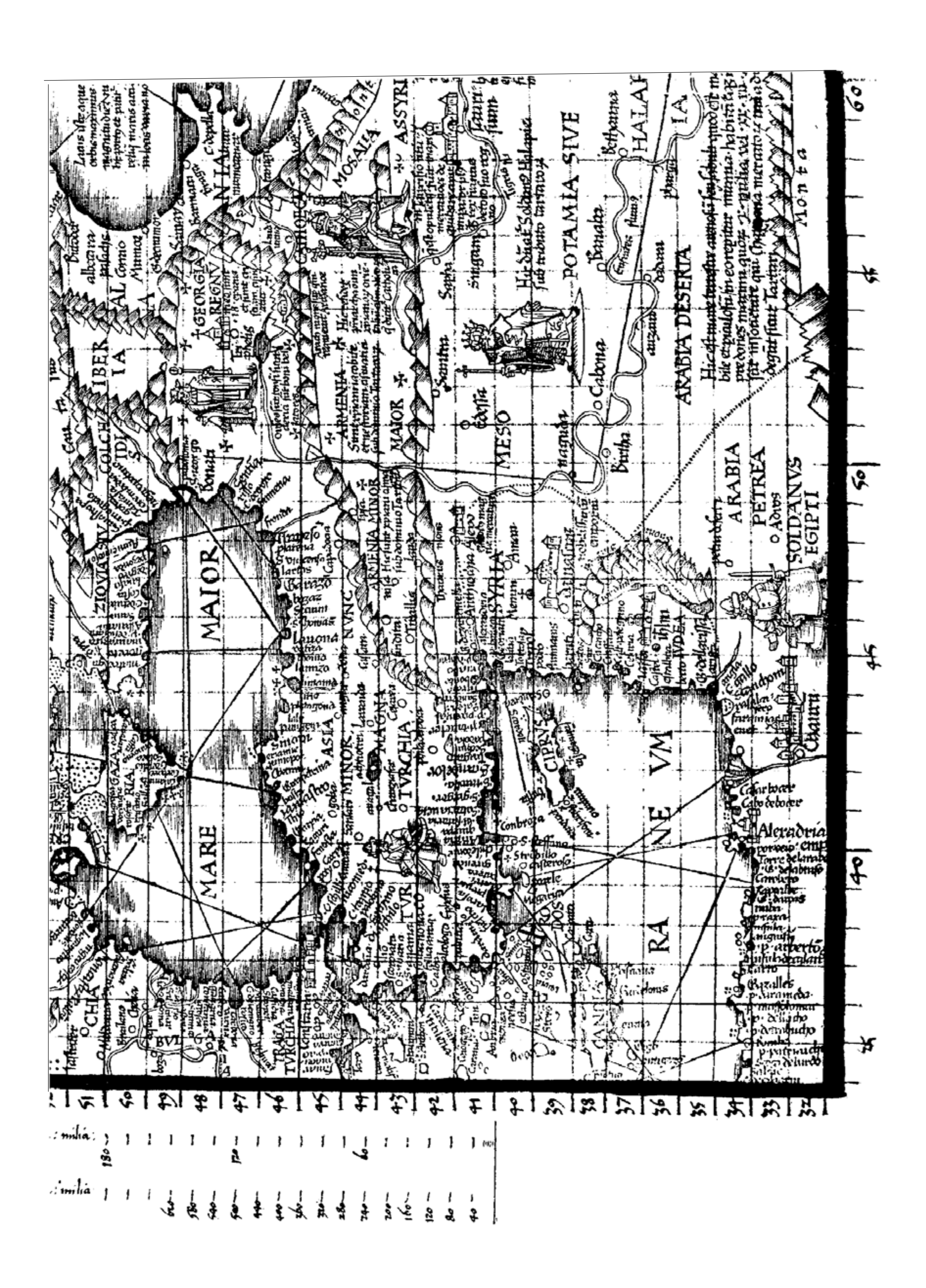
canõ fo.26

D 3

Repro 4-5: Erste Seite des Positionsverzeichnisses ‹Tabula Regionum Prouinciarum ... › der 'Alfonsinischen Tafeln', herausgegeben von *Peter Liechtenstein*, 1518.



Repro 4-6: Ausschnitt der Weltkarte <Universalis Cosmographia> von *Martin Waldseemüller* aus dem Jahre 1507. Der Meridian 360° verläuft über Porto Santo.



Repro 4-7: Ausschnitt der Weltkarte <Carta Marina Navigatoria> *Martin Waldseemüllers* aus dem Jahre 1516. Am östlichen Ende des Mittelmeers liegt *Alexandretta* auf 45°10' östlich des Ausgangsmeridians über *Porto Santo* bei *Madeira*.

COSMOGRAPHIA
PETRI APIANI, PER GEMMAM FRISIUM
apud Louanienses Medicum & Mathematicum insignem,
iam demum ab omnibus vindicata mendis, ac non-
nullis quoque locis aucta. Additis eiusdem ar-
gumenti libellis ipsius Gemmæ Frisij.

ASIA
NOBILIS MERIDIANVS
AFRICA
HORIZON

M.D.LIII.

& Veneunt Antuerpiæ Gregorio Bontio sub Scuto Basiliensi,
Latinè, Hispanicè, Gallicè, & Teutonicè, Reip. cōmodo seorsum impress.

Repro 4-8: Titelblatt der 'Cosmographia' von *Petrus Apianus* herausgegeben 1553 von *Gemma Frisius.* Erstausgabe unter dem Titel 'Cosmographicus liber a Petro Apiano Mathematico, 1524'.

GRAPH. PETRI AP. Fo.46.

AFRICÆ INSVLÆ.

IN SINV ARABIco & mari Rubro Inſulæ.

Aphroditæ, id eſt, Veneris inſula 65.15|25. 0
Saſpirena inſ. 64.45|28. 0
Agathonis inſ. 65.15|23.20
Aſtarte inſ. 66. 0|22.30
Ara palladis 66.10|21.30
Gyoſitis inſ. 67. 0|19.20
Gomadeorum duæ 67.30|19. 0
Myronis 67. 0|18. 0
Catathræ & Chelonitides duæ 68. 0|17.30
Magorum inſ. ferens Thus & Mirrham 68.30|16. 0
Daphnina 68.20|15.20
Acanthina 68.30|15. 0
Macaria, id eſt, beata inſula 68.30|14.30
Orneon inſ. 69. 0|14. 0
Bachi & Antibachi 69.30|13.15
Panis inſ. 68.20|12.30
Diodori inſ. 70. 0|12.30
Iſidis inſ. 70. 0|11.30

¶ *In Sinu analitico.*

Mondi inſ. 75. 0| 8.30

¶ *Poſt Aromata promont.*

Amici vel Ameici inſ. 85.0|4. 0
Menæ inſ. duæ 84.0|2.30
Myrſiaca inſ. 85.0|1. 0

¶ *In Sinu Barbarico.*

Minuchias inſ. 85.0|12.30

¶ *In Mediterraneo mari iuxta Mauritaniam Numidiam & Africam minorem Inſ.*

Iulia Cæſarea inſ. 17.30|23.40
Hydras inſ. 28. 0|33. 0
Calatha inſ. 31. 0|33.40
Dracontinus inſ. 33.15|34.15
Æginus inſ. 34.15|33.15
Larunetiæ duæ 37. 0|33.30
Lopaduſa inſ. 39. 0|33.10
Æthuſa inſ. 39.20|33.20
Cercinna inſ. 39. 0|32.15
Lotophagitis 39.40|31.20
Miſynus inſ. 41.40|30.40
Pontia inſ. 45.20|30.15
Gaia inſ. 46. 0|29.20
Coſſyra inſ. 37.20|34.20
Glaucóis inſ. aut Merna 37.20|34.40
Melita inſ. 38.45|31.20
Hiras aut Iunonis ſacrum, vulg. Iunora 39. 0|30.40
Herculis ſacrum 38.45|31.35

¶ *Iuxta Cyrenes.*

Myrmex inſ. 48.40|31.50
Læa Veneris inſ. 50.10|31.55

¶ *In terra Ægyp. Inſulæ à Nilo factæ.*

Delta paruum 62.40|30.20
Delta magnum 62. 0|30. 0
Delta tertium 62.15|30. 5

¶ *In pelago Ægyptio, iuxta Ægyp.*

Dydimæ duæ 60. 0|31.30
Phocuſæ duæ 56.50|31.30
Ænesippa inſ. 56.30|30.30
Tyndarij ſcopuli tres 55.30|31.30
Ædonis inſ. 52.20|31.50

¶ *In Oceano occidentali inſulæ iuxta Africam.*

¶ Fortunatarũ inſulæ numero ſex quæ modo Canariæ dicuntur.

Aproſitus inſ. 1.0|16. 0
Hyras.i.Iunonis 1.0|15.15
Fluitana inſ. 1.0|14.15
Caſperia inſ. 1.0|12.30
Canaria inſ. 1.0|11. 0
Pintuaria inſ. 1.0|10.30

¶ *Libyæ adiacent.*

Cerne 5.0|25.40
Hyras, id eſt, Iunonis quæ Autolaa dicitur 8.0|23.50

Pœ-

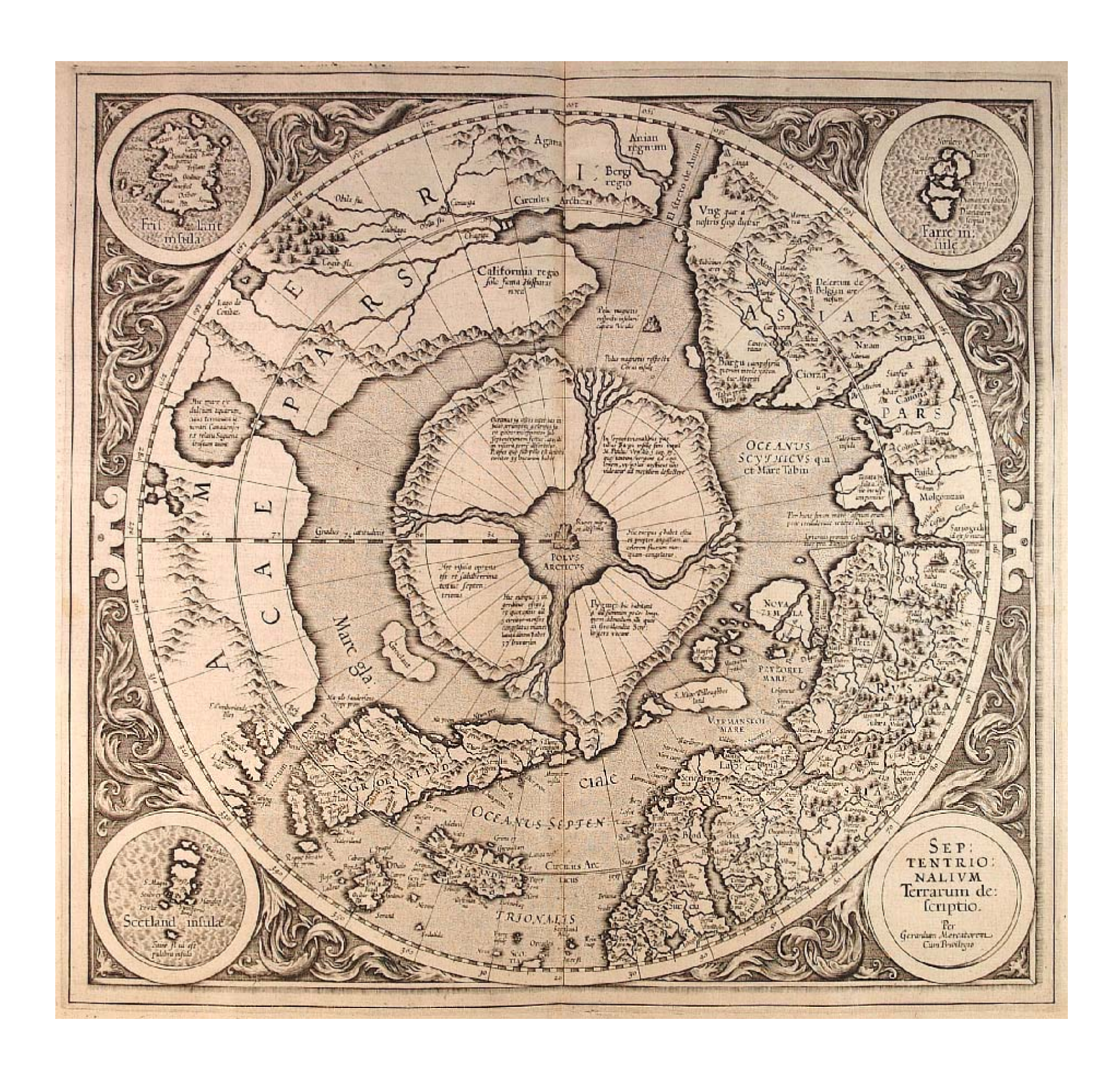
Repro 4-9: Seite der 'Cosmographia' von *Petrus Apianus* herausgegeben 1553 von *Gemma Frisius* mit den sechs *Kanarischen Inseln*, 'In Oceano occidentali in- | sulæ iuxta Africam.'. Erstausgabe unter dem Titel 'Cosmographicus liber a Petro Apiano Mathematico, 1524'.



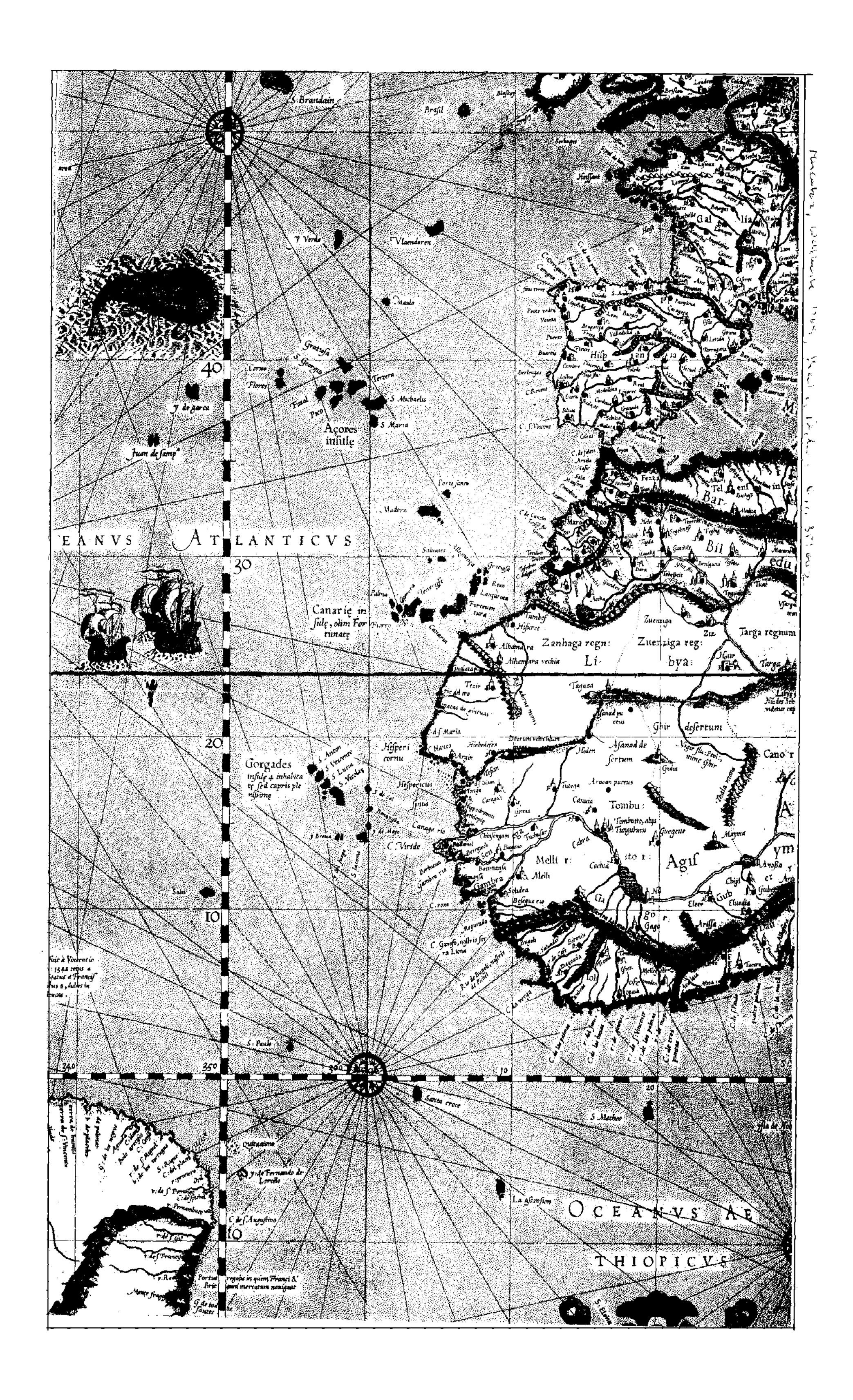
Benevolo lectori.

EVROPAM descripturi primum curauimus vt spacia meridianis parallelisq; intercepta q; minimũ a rectangulari specie, quam in terrestri sphera habent, distraherentur, quo partes illius exteriores minimũ quoq; a sua figura diducerentur, id non meliore via consequi potuimus, q; parallelis ex polo circumductis, medio tabulę meridiano reliquos hinc inde iuxta debitam distantiam subiungendo. Qua tanq; ordinatissima futuri operis area strata, facile erat firmũ descriptionis fundamentum inducere, si paucarũ ciuitatum longitudines fideliter obseruatę extitissent, nunc vero laboriosissimum, nulla huiusmodi extante methodo, propterea quòd per lunę defectus hactenus vsitatus modus ad exactas dimensiones minime idoneus sit. Nam etsi eodem momento eclypsis omnibus incipiat, primum tamen adumbrationis principiũ oculus percipere nequit, sed in iustam demum magnitudinem progressã, non enim res naturales ex puncto agunt in sensus humanos, sed e quantitate ęquabilem ad eos proportionem habente. Huc accedit quòd vmbrarum termini solis lumini permixti, quo longius proijciũtur vmbrę, hoc sunt magis indistincti. Deinde adumbrationis latitudo primo accessu velocius crescit ijs quibus occidẽti vicinior est luna, q; ijs quibus orienti, vt aliquando demonstrabimus, Deo volente. Quibus fit, vt serius adumbratio percipiatur, non etiam vbiq; eodem tempore, atq; cum tardiuscule sub vmbram terrę prorepat luna, facile aliquot scrupuli horarij dilabuntur, quorum 4 vnius gradus errorem in longitudine faciunt. Igitur ea commoditate destituti tria nobis studiose perquirenda proposuimus, ad recte cõmensuratam descriptionem exhibendam. Primum q; plurimorum locorum distantias, quod ex optimis quibusq; autoribus, tum ex itinerarijs, partim ab alijs partim a nobis ex multorum relatu conquisitis, effecimus. Alterum directiones nauticas, quibus a loco in locum recto cursu secundum certam cœli regionem nauigatur, hoc nobis prestiterunt tabulę hydrographicę castigatissimę, & varię nauigationes scriptę. Tertium latitudines oppidorum fideliter obseruatas, quas paucas nobis veteres scriptores contulerunt, plures moderni. His probe compatis, primum Alexandriã Ęgypti iuxta Ptolemęi positionem locauimus, existimantes acutissimũ diligentissimũq; mathematicum patrię longitudini inueniendę fidam operam nauasse, nec multum a vero discedere potuisse, deinde insigniores per Europam, Asiã, & Africam ciuitates posuimus reposuimusq; donec earum distantię, latitudines, & inter littorales directiones nauticę q; proximè veritati accederent, tum reliquas descriptiones inseruimus. Compertis autem post diligentem omniũ collationem erroribus, rursum primarias ciuitates alio atq; alio transposuimus, donec castigarentur, ita bis terq; vniuersum opus sub limam reuocantes, tandem eo perduximus, vt nulla in parte peccatum esse deprehenderemus, quin omnia ex ęquo nobis cognitis distantijs, directionibus, & latitudinibus responderent. Perfecta tabula, compertum est inter occidentalissimum Canariarum terminũ & Alexandriam Ęgypti 60 ½ gradus longitudinis intercidere, vti ex Ptolemęo presumpseramus. Hybernia quoq; & Vectis insula proximè illius positionem assequebantur, cęterum Gallia, multoq; magis Hispania longius in orientem contrahebatur. Verisimile est autem Hannonis Carthaginensis nauigationem erroris causam prestitisse Marino, quem Ptolemęus sequutus libro Geographię 1. cap: 12, Sacro promõtorio tantum 2 ½ gradus longitudinis tribuit, persuasus Africani littoris extensionem a freto Gaditano in meridiem ferri, vnde Europę quoq; elongationẽ sequi necesse erat, stante longitudine quam inter Alexandriam & Canarias insulas ex certioribus haud dubie obseruationibus vero propius collegerat. & cum pronius sit credere ipsum in Gallię Hispanięq; longitudinibus, quas ab alijs accepit tantum, q; in sua obseruatione errasse, simul etiam frequentissimę Portegalensium nauigationes hodie doceant, 11. vt minimũ graduum longitudinem cadere inter extremę Canarię & Sacri promontorij meridianos, non dubitamus quin proxime veram Europę longitudinem attigerimus, conuincente id quoq; plurimorum locorum per omnes tabulę partes iusta cõmensuratione, ac si quid peccatum est, extendendo potius q; nimis eam contrahendo peccatum est, noluimus enim violentiores in Ptolemęum esse, q; quantũ aperta necessitas vrgeret. Quòd vero ex distantiarum, directionum, & latitudinũ collatione ad veriorem lõgitudinẽ perueniatur, mirum videri non debet, non enim singularũ partium tum in seipsis tum ad totũ symmetria constare potest, nisi toto quoq; longitudinis extensionem latitudini cõmensuratã habente. Atqui partiũ talis cõmensuratio efficitur, tum per locorum distributionẽ secundum miliariũ siue parem siue diuersam & proportionatã quantitatẽ, vt partes ipsę postulauerint, tum per cosmographicam latitudinẽ, quę miliaria, tam ab ortu in occasum, quàm a septentrione in meridiem computata, ad certam & toti operi cõmensuratã magnitudinem reducit, tum etiam per directiones, quę ex vna regione bene descripta reliquis collateralibus limites prescribunt, & miliariũ repertam quãtitatem contestantur. Igitur quemadmodũ, collectis partibus iuxta symmetriã earum ad totum, vniuersa Europę latitudo certa latitudine cosmographica continetur, ita necesse quoq; est eiusdem in longum extensionẽ ab Alexandrię meridiano hinc inde ad veras longitudines cosmographicas extendi, Africam quoq; & quicquid Asię continet tabula iustis terminis finiri. Siquidem non leuius studium hisce regionibus concinnandis adhibuimus, q; Europę ipsi, propter frequentiorem circa eas historiam. Quod ad descriptionis formam attinet, nos hodiernam regionum & locorum faciem imitati sumus, vbicunq; ea suppetebat, in cęteris Ptolemęi tabulas quantum ex autoribus fide dignis & hydrographicis tabulis licuit castigatas reddidimus. & quidem animus erat veterem geographiam modernę connectere, antiqua nomina recentioribus vbiq; adiungendo, sed cum videremus vtriq; non suppetere locum, nisi cum magna regionũ sterilitate, & alterius earum mutilatione, oportere autem modernã geographiam locupletem & prius veterem cognitam esse, maluimus hanc perfectiorem exhibere, veterem seponendo in vniuersalem terrarum descriptionem, quam plurimis tabulis aliquando exprimemus, Deo fautore, in cuius adiumentum si quis suam nobis operam contulerit, siue regiunculã aliquã delineãdo, siue cœlestia obseruãdo, siue locorum distãtias annotãdo, non frustrabitur suo honore, nec ingrati erimus, dabimusq; post hac operã, vt facilẽ exactãq; describendi regiones viã ostendamus, quo quisq; patrio decori hac parte inseruire possit. Si quãdo n, f, o vel ol, m, occurrat, lege, nunc, forte, olim, mons. Bene vale.

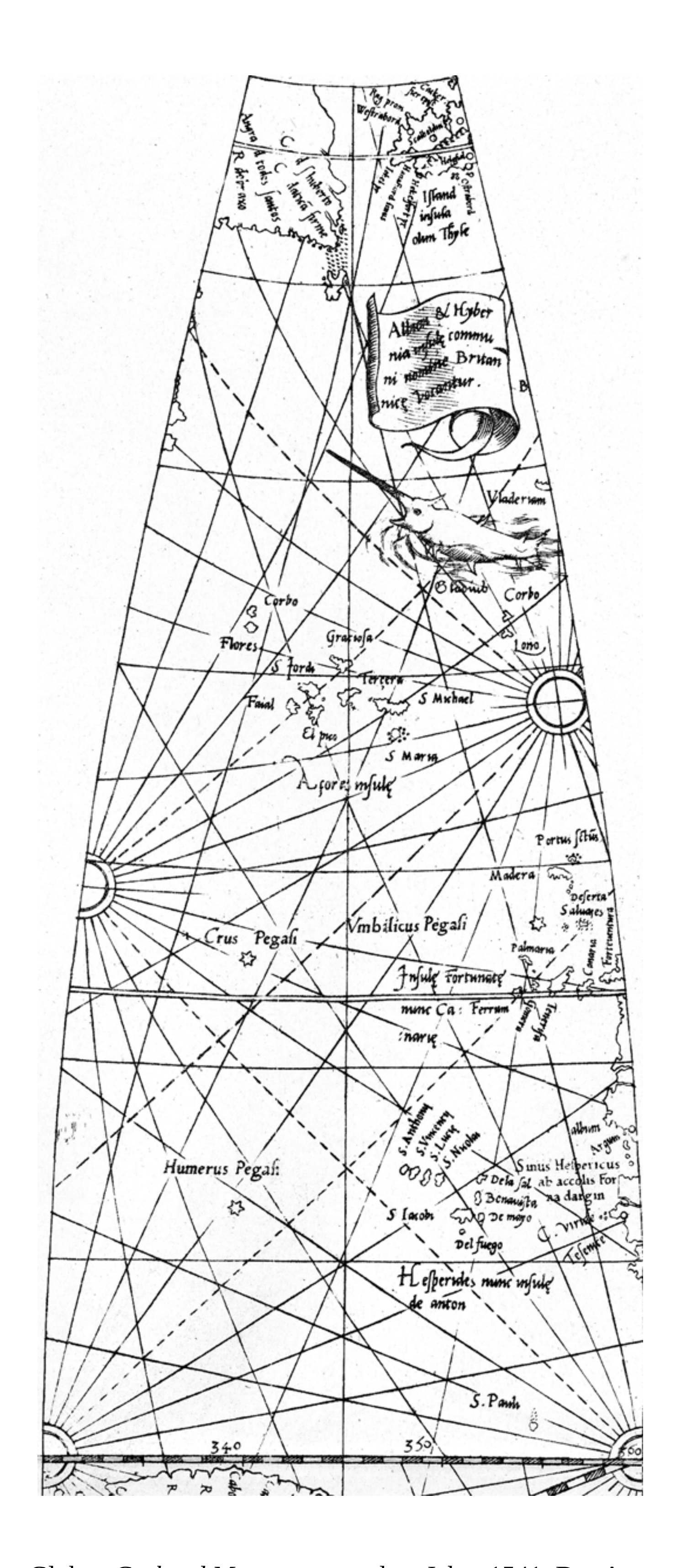
Repro 4-10: Verkleinerte Textkartusche der Europakarte <Europæ Descriptio> *Gerhard Mercators* aus dem Jahre 1572.



Repro 4-11: Die Polkarte des Atlas *Gerhard Mercators* aus dem Jahre 1595.



Repro 4-12: Verkleinerter Ausschnitt der Weltkarte <ad usum nauigantium> von *Gerhard Mercator* aus dem Jahre 1569. Der Ausgangsmeridian verläuft über *Boa Vista* (*Kap Verden*).



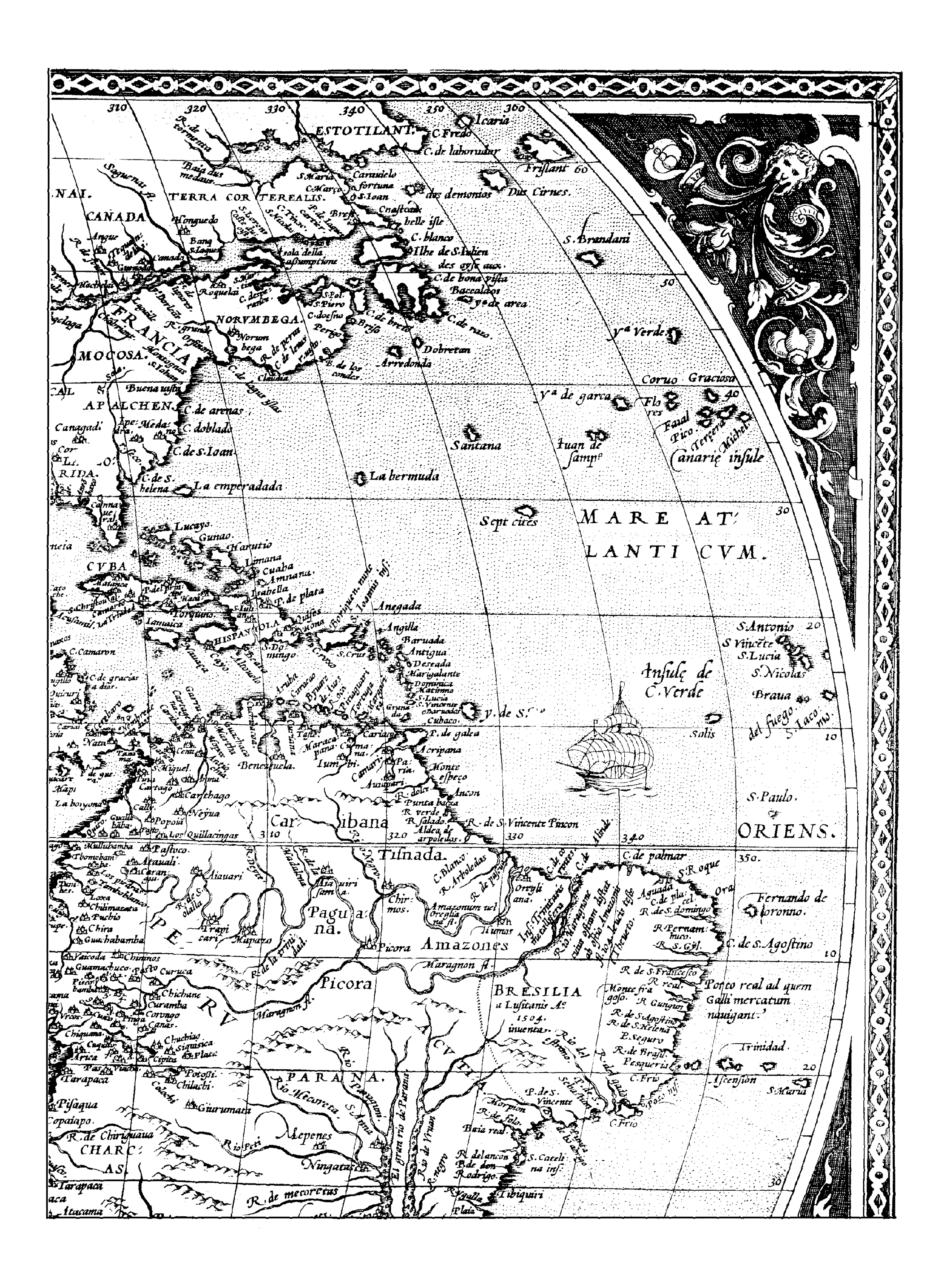
Repro 4-13: Streifen des Globus *Gerhard Mercators* aus dem Jahre 1541. Der Ausgangsmeridian von 360° verläuft über *Fuertaventura* (*Kanaren*).


ATLAS
SIVE
COSMOGRAPHICÆ
MEDITATIONES
DE
FABRICA MVNDI ET
FABRICATI FIGVRA.

Gerardo Mercatore Rupelmundano,
Jllustrißimi Ducis Juliæ Cliviæ & Mõtis &c. Cosmographo Autore.
Cum Privilegio.

DVISBVRGI CLIVORVM.

Repro 4-14: Das Titelblatt des Mercators-Atlas 'Atlas | Sive | Cosmographicæ | Meditationes | de | Fabrica Mvndi et | Fabricati Figura' aus dem Jahre 1595.



Repro 4-15: Ausschnitt der Amerika-Karte des Atlas 'Theatrum Orbis Terrarum' von *Abraham Ortelius* aus dem Jahre 1570. Der Ausgangsmeridian von 360° verläuft über die östlichste Insel der *Kap Verden*.



Repro 4-16: Ausschnitt der Afrika-Karte *Heinrich Honds* aus dem Atlas 'Gerardi Mercatoris et I. Hondii | Atlas ...' 1636. Der Meridian von 360° verläuft über die *Insel Santiago* der *Kap Verden*.

GEOGRAPHIE,

QVI EST

LA PREMIERE PARTIE

DE LA

COSMOGRAPHIE

BLAVIANE,

EN LAQVELLE

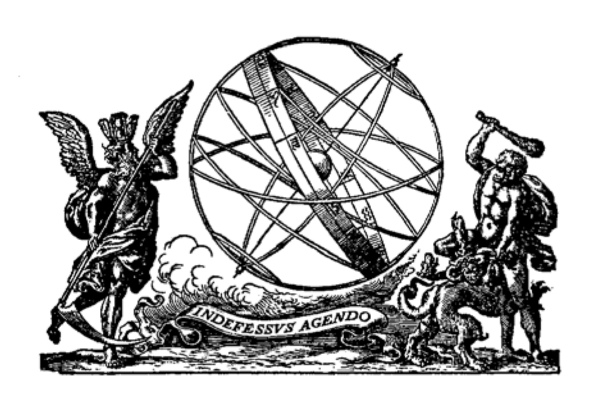
LA TERRE

EST REPRESENTÉE

DANS DES CARTES

ET

ILLVSTRÉE DE DESCRIPTIONS.



A AMSTERDAM,

Chez JEAN BLAEU.

MDCLXIII.

Repro 4-17: Titelblatt der zwölfbändigen 'Cosmographie | Blaviane' von *Jean Blaeu* aus dem Jahre 1663.

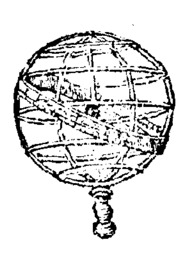
L'EUROPE
EN PLUSIEURS CARTES,
Et en divers Traittés
DE GEOGRAPHIE ET D'HISTOIRE;

Là où ſont décrits ſuccinctement, & avec une belle Methode, & facile

SES EMPIRES, SES PEUPLES, SES COLONIES,
LEURS MOEURS, LANGUES, RELIGIONS,
RICHESSES, &c.

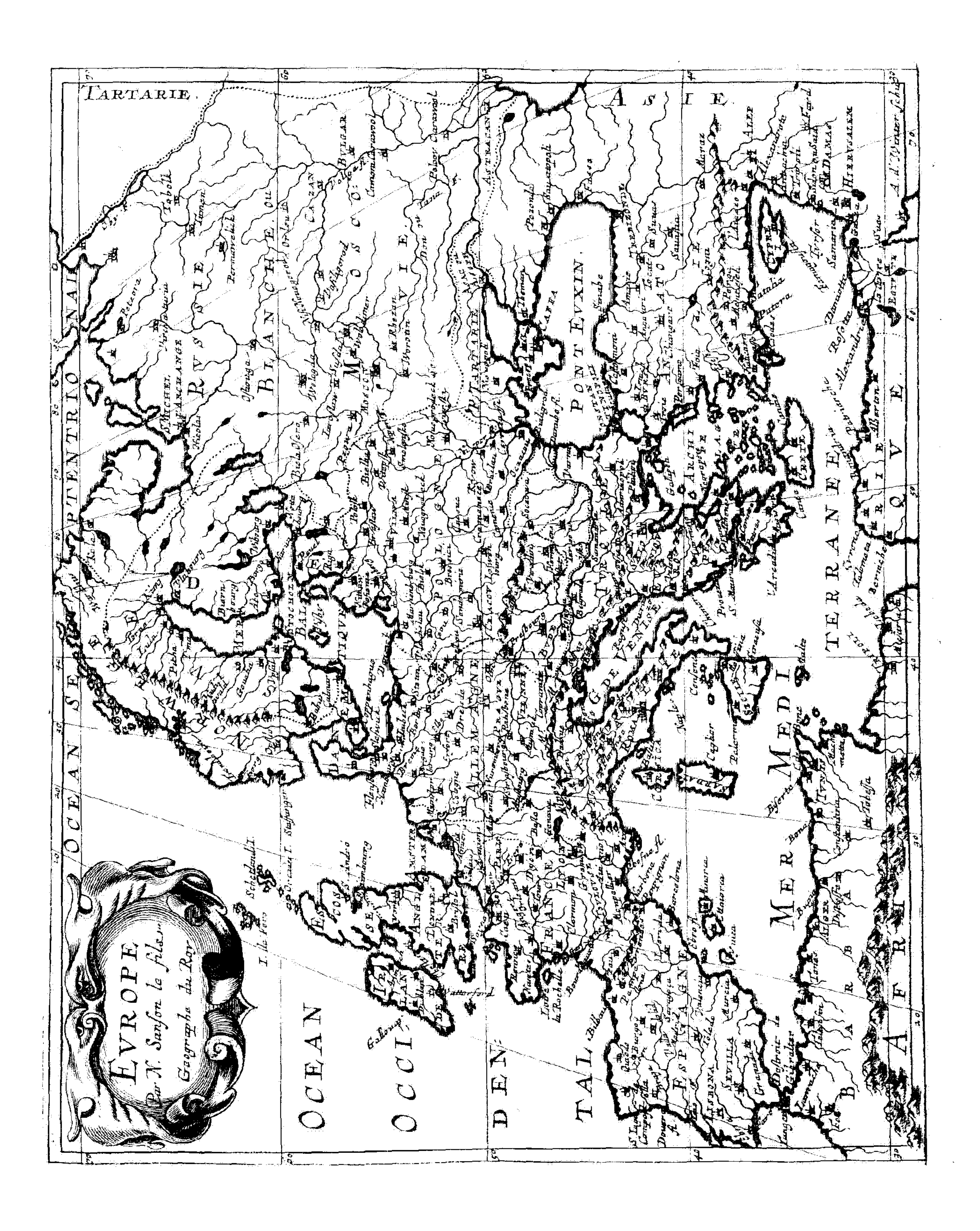
Et ce qu'il y a de plus beau, & de plus rare dans toutes ſes Parties, & dans ſes Iles.

Par N. SANSON *d'Abbeville, Geographe Ordinaire du Roy.*



Sur la Copie imprimée
A PARIS,
Chez l'Autheur, dans le Cloître de Saint Germain de l'Auxerrois, joignant la grande Porte du Cloître.
M, DC, LXXXIII.

Repro 4-18: Titelblatt des Europa-Atlas 'L' Europe | En Plusieurs Cartes, | ... ' von *Nicolas Sanson d'Abbeville*, aus dem Jahre 1683, Erstausgabe 1648.



Repro 4-19: Europa-Karte des Atlas 'L' Europe | En Plusieurs Cartes, | ... ' von *Nicolas Sanson d'Abbeville*, aus dem Jahre 1683, Erstausgabe 1648.

TABULÆ

RUDOLPHINÆ,

QUIBUS ASTRONOMICÆ SCIENTIÆ, TEMPOrum longinquitate collapsæ RESTAURATIO continetur;

A Phœnice illo Astronomorum

TYCHONE,

Ex Illustri & Generosa BRAHEORUM in Regno Daniæ familiâ oriundo Equite,

PRIMUM ANIMO CONCEPTA ET DESTINATA ANNO CHRISTI MDLXIV: EXINDE OBSERVATIONIBUS SIDERUM ACCURATISSIMIS, POST ANNUM PRÆCIPUE MDLXXII, QUO SIDUS IN CASSIOPEIÆ CONSTELLATIONE NOVUM EFFULSIT, SERIÒ AFFECTATA; VARIISque operibus, cùm mechanicis, tùm librariis, impenso patrimonio amplissimo, accedentibus etiam subsidiis FRIDERICI II. DANIÆ REGIS, regali magnificentiâ dignis, tracta per annos XXV. potissimùm in Insula freti SUNDICI HUENNA, & arce URANIBURGO, in hos usus à fundamentis extructâ:

TANDEM TRADUCTA IN GERMANIAM, INQUE AULAM ET Nomen RUDOLPHI IMP. anno MDIIC.

TABULAS IPSAS, JAM ET NUNCUPATAS, ET AFFECTAS, SED MORTE AUTHORIS SUI ANNO MDCI. DESERTAS,

JUSSU ET STIPENDIIS FRETUS TRIUM IMPPP.

RUDOLPHI, MATTHIÆ, FERDINANDI,

ANNITENTIBUS HÆREDIBUS BRAHEANIS; EX FUNDAMENTIS OBservationum relictarum; ad exemplum ferè partium jam exstructarum; continuis multorum annorum speculationibus, & computationibus, primùm PRAGÆ Bohemorum continuavit; deinde LINCII, Superioris Austriæ Metropoli, subsidiis etiam Ill. Provincialium adjutus, perfecit, absolvit; adq; causarum & calculi perennis formulam traduxit.

IOANNES KEPLERUS,

TYCHONI primùm à RUDOLPHO II Imp. adjunctus calculi minister; indéq; Trium ordine Imppp. Mathematicus:

Qui idem de speciali mandato FERDINANDI II. IMP. petentibus instantibúsq; Hæredibus,

Opus hoc ad usus præsentium & posteritatis, typis, numericis propriis, cæteris, & prælo JONÆ SAURII, Reip. Ulmanæ Typographi, in publicum extulit, & Typographicis operis ULMÆ curator affuit.

Cum Privilegiis, IMP. & Regum Rerúmq; publ. vivo TYCHONI ejúsq; Hæredibus, & speciali Imperatorio, ipsi KEPLERO concesso, ad Annos XXX.

ANNO M. DC. XXVII.

Ex Libris R. P. Philippi Miller.

Repro 4-20: Titelblatt der 'Tabulæ | Rudolphinæ' von *Johannes Kepler* aus dem Jahre 1627.

34 *Tabularum Rudolphi*

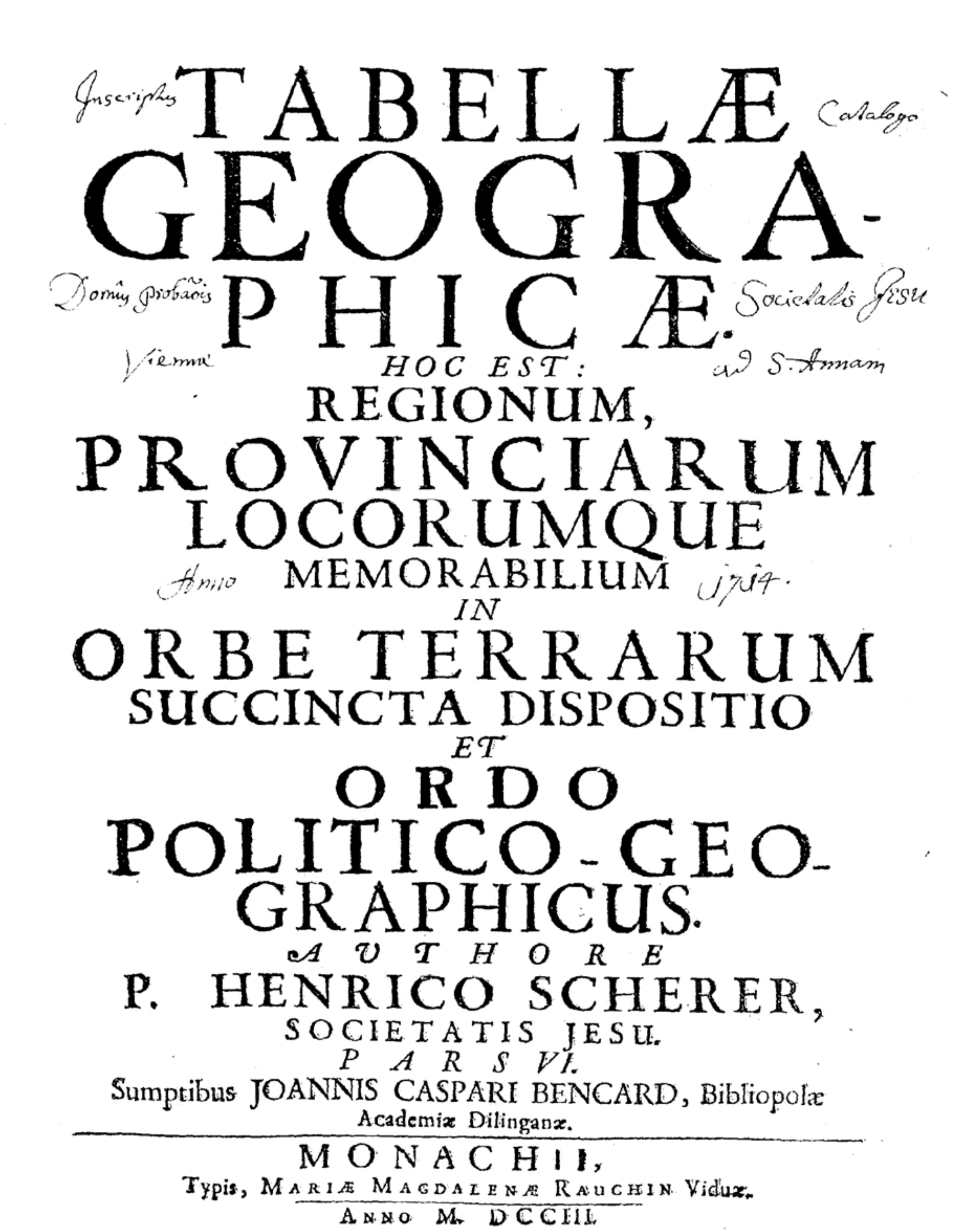
	Diff. Merid. Ho.Mi.	A.Poli Gr. '
Copenhagen, Hafnia		
Corcyra, Corfu	0.38 a.	39.20
Corduba Hispaniæ	1. 7 ſ.	38.10
Corinthus Achajæ	0.57 a.	37.30
Corona Transsylvaniæ	0.49 a.	47. 6
Corsica Maris Tyrrheni	0.14 ſ.	41. 0
Cos Maris Ægæi	1.25 a.	36.35
Cosentia Apuliæ	0.19 a.	39.20
Cracovia Poloniæ	0.31 a.	49.58
Cremniz Hungariæ	0.26 a.	48.35
Cremona Cisalpinæ	0.12 ſ.	44.15
Creta Maris Ægæi, Candia	1.18 a.	34.36
Crima Tauricæ Chersonnesi, seu Tartariæ Præcopensis	1.52 a.	47.50
Crosna Silesiæ	0.10 a.	52. 4
Ctesiphon, Seleucia		
Culma Prussiæ	0.27 a.	53. 7
Curia Helvetiorum	0.11 ſ.	46.20
DAmascus Syriæ	2.26 a.	34. 0
Damiata Ægypti	2. 0 a.	30.45
Dantiscum Prussiæ	0.28 a.	54.23
Diepa Normandiæ	0.43 ſ.	49.55
Dilinga Vindelic. Acad.	0. 6 ſ.	48.40
Dobacz Rasciæ	0.26 a.	45.17
Dola super. Burgund.	0.27 ſ.	46.36
Drepanum Siciliæ	0. 1 a.	37.10
Dresda Misniæ	0. 4 a.	51. 6
Duacum Artesiæ Acad.	0.36 ſ.	50.24
Duisburg Cliviæ	0.23 ſ.	51.24
Dunkerken Flandriæ	0.38 ſ.	51. 0
Durlach Marchionat.	0.15 ſ.	49. 6
Düsseldorff Cliviæ	0.23 ſ.	51.11
Dyrrachium Macedoniæ, Durazo	0.36 a.	41.27
EBoracum Britanniæ	0.52 ſ.	54.40
Ecbatanæ Persiæ	3.27 a.	37.45
Edimburgum Scotiæ	1. 2 ſ.	57. 6
Eister Franconiæ	0. 3 ſ.	48.50
Embecca Saxoniæ	0. 9 ſ.	51.50
Embda Frisiæ orientalis	0.21 ſ.	53.32
Ens, Laureacum		
Eperies Hungariæ	0.34 a.	48.54
Ephesus Ioniæ	1.27 a.	38.18
Epidaurus Peloponnesi	1. 2 a.	35.30
Erffordia Turingiæ	0. 7 ſ.	51. 3
Erla, Agria		
Esenz Frisiæ, habitatio FABRICII MATH.	0.20 ſ.	53.47
Eubœa	1. 3 a.	38.22
FAmagusta Cypri, Salamin	2. 7 a.	35.30
Ferrara Italiæ	0. 5 ſ.	44.45
Fessa Mauritaniæ	1. 5 ſ.	33.15
Finis Terræ	1.30 ſ.	43.30
Florentia Hetruriæ	0. 7 ſ.	43.10
Francofurtum ad Mœn.	0.17 ſ.	50. 7
Francofurtum ad Oder.	0. 8 a.	52.20
Franckera Frisiæ occid.	0.27 ſ.	53.10
Freiberga Misniæ	0. 3 a.	50.52

	Diff. Merid. Ho.Mi.	A.Poli Gr. '
Freisinga Bavariæ	0. 0	48.24
Friburgum Brisgojæ	0.17 ſ.	48.12
Frueburgum Prussiæ	0.32 a.	54.29
Fulda Hassiæ	0.12 ſ.	50.37
GAdes Hispaniæ Inf. Gadir, Cadiz, Calis Malis	1.13 ſ.	36.10
Galata Ætoliæ	0.47 a.	37.42
Gandavum Flandriæ	0.34 ſ.	50.54
Geldria Germ. infer.	0.26 ſ.	51.30
Geneva Saubaudiæ	0.24 ſ.	45.54
Genua Liguriæ	0.16 ſ.	43.20
Gibeltar Hispaniæ	1.10 ſ.	35.50
Glaz Silesiæ	0.16 a.	50.25
Glogovia Silesiæ	0.14 a.	51.40
Gnidus, in Ionio	1.27 a.	36. 8
Goa Indiæ	4.58 a.	16. 0
Goesa Selandiæ	0.33 ſ.	51.30
Goldberg Silesiæ	0.13 a.	51. 4
Goritia Forojulij	0. 4 a.	45.58
Görlicium Silesiæ	0.10 a	51.10
Gradisca Croatiæ	0.24 a.	45.47
Gradisca Forojulij	0. 3 a.	45.50
Grätium Styriæ	0.14 a.	47. 2
Grevelinga Flandriæ	0.39 ſ.	50.57
Grima Saxoniæ	0. 0	51.20
Groninga Frisiæ	0.24 ſ.	53.15
Grubenhagen Saxoniæ	0.10 ſ.	51.48
Grypsuvaldia Pomer.	0. 5 a	54.30
Gurck Carinthiæ	0. 9 a.	46.52
Gyula Transsylvaniæ	0.38 a.	46.44
HAfnia Daniæ	0. 1 ſ.	55.43
Haga Comitis	0.32 ſ.	52. 0
Halicarnassus	1.30 a.	36.50
Halberstat Saxoniæ	0. 7 ſ.	52. 8
Halla Saxoniæ	0. 3 ſ.	51.38
Hamburga Holsatiæ	0.10 ſ.	53.43
Heidelberga Palatinatus	0.14 ſ.	49.36
Helicon Græciæ	0.55 a.	38.15
Helmstat Saxoniæ	0. 6 ſ.	52. 8
Herbipolis Franconiæ, Würtzburg	0.10 ſ.	49.44
Hermenstat, Cibinium		
Hibernia, Insula & Regnum	1.30 ſ.	54.30
Hildeshem Episcop. Sax.	0. 9 ſ.	52.10
Hispalis Bæticæ	1.12 ſ.	37.20
Hostia Latij	0. 0	41.46
HVENNA, sedes Astronomiæ TYCHONICÆ	0. 0	55.55
Hydruntum Calabriæ	0.30 a.	40. 8
JÄgerndorff Silesiæ	0.20 a.	50. 2
Iahen apud Saracenum, forte Macedoniæ locus	0.39 a.	38. 0
Iaroslavia Poloniæ	0.42 a.	49.45
Iassi Moldaviæ	0.56 a.	47. 0
Iaurinum Hungariæ, ad Arabonem fluv. Raab	0.22 a.	47.55
Idria Liburniæ	0. 5 a.	46.12
Iena Thuringiæ	0. 4 ſ.	51. 0
Ierosolyma	2.16 a.	32.10

	Diff. Merid. Ho.Mi.	A.Poli Gr. '
Ingolstadium Bavariæ	0. 2 ſ.	48.42
Isenacum Thuringiæ	0.10 ſ.	51. 0
Islandia, Thyle		
Islebia Saxoniæ	0. 5 ſ.	51.40
Iudenburgum Stiriæ	0.10 a.	47.32
Iuliacum	0.24 ſ.	50.56
KEsmarck Hungariæ	0.32 a.	49. 4
Kônigingrâtz Boh.	0.13 a.	50.11
Kovvacz Croatiæ	0.25 a.	45.41
Kuphá, una Metropolium Regionis Irak; Scal. ex Chrysococce	3.34 a.	31. 0
LAbacum Carniolæ	0. 9 a.	46.12
Lacedæmon, Misitra	0.56 a.	35.50
Landshut Bavariæ	0. 2 a.	48.27
Laodicea Phrygiæ	0.30 a.	39. 0
Larissa Macedoniæ	0.55 a.	40. 0
Lauenburg Saxoniæ	0. 6 ſ.	53.31
Lauinga Vindelici	0. 6 ſ.	48.39
Laureacum Norici	0.11 a.	48.12
Lausanna Helvetiæ	0.21 ſ.	46. 7
Lemnus, Ionij Maris Insula, Stalimino	1.13 a.	40.56
Leobium Stiriæ	0.13 a.	47.20
Leodium Belgij	0.26 ſ.	50.36
Leonis Regnum	1.12 ſ.	42.45
Leopolis Russiæ	0.47 a.	49.15
Leovvardia Frisiæ occid.	0.26 ſ.	53.12
Leuctra Promont. Pelop.	0.55 a.	35.24
Lepante, Naupactus		
Lignicium Silesiæ	0.15 a.	51. 8
Lilybæum Siciliæ	0. 0	36.45
Limovices Galliæ	0.43 ſ.	45.35
LINCIUM Norici, ubi hæ Tabulæ absolutæ	0.10 a.	48.16
Lindavia ad Bodamicū	0.10 ſ.	47.24
Lion, Lugdunum		
Lippa Transsylvaniæ	0.40 a	46. 8
Lipsia Misniæ	0. 1 ſ.	51.24
Lisabona, Ulyssippo		
Litomericium Bohem.	0. 5 a.	50.34
Londinum Angliæ	0.48 ſ.	51.32
Lovanium Brabantiæ	0.30 ſ.	50.50
Lubeca Saxoniæ	0. 8 ſ.	53.58
Lublinum Poloniæ	0.45 a.	51.15
Luca Hetruriæ	0.10 ſ.	43. 2
Lucerna Helvetiæ	0.16 ſ.	46.54
Lugdunum Batavorum	0.31 ſ.	52.11
Lugdunum Galliæ	0.28 ſ.	45. 0
Lundis Schoniæ	0. 2 a.	56. 5
Lundis Gothiæ Schonero	0.30 a.	
Luneburgum Saxoniæ	0. 8 ſ.	53.36
Lutetia, Parisij		
Luxemburgum	0.26 ſ.	49.50
MAcao, in sinu Gangetico & regno Pegu	6.20 a.	19.30
Macao, in sinu Cantam	7.30 a.	22.30
Machlinia Brabantiæ	0.32 ſ.	50.58
Madrid Castiliæ	1. 1 ſ.	40.45
Magdeburg Saxoniæ	0. 4 ſ.	52.15

Maio-

Repro 4-21: Seite des ‹Catalogus Locorum› in den 'Tabulæ | Rudolphinæ' von *Johannes Kepler* aus dem Jahre 1627. Der Ausgangsmeridian ist mit 'Hvenna, sedes Astronomiæ Tychonicæ' bezeichnet.



TABELLÆ
GEOGRA-
PHICÆ.
HOC EST:
REGIONUM,
PROVINCIARUM
LOCORUMQUE
MEMORABILIUM
IN
ORBE TERRARUM
SUCCINCTA DISPOSITIO
ET
ORDO
POLITICO-GEO-
GRAPHICUS.
AUTHORE
P. HENRICO SCHERER,
SOCIETATIS JESU.
PARS VI.
Sumptibus JOANNIS CASPARI BENCARD, Bibliopolæ
Academiæ Dilinganæ.

MONACHII,
Typis, MARIÆ MAGDALENÆ RAUCHIN Viduæ.
ANNO M. DCCIII.

Repro 4-22: Titelblatt der ‹Tabellæ | Geogra- | phicæ› von *P. Heinrich Scherer S. J.* aus dem Jahre 1703.

CARINTHIA & CARNIOLA. 47

CARINTHIA, v. *Kärndten,*		
CLAGENFURT *Clagenfurtum*, Caput Carinthiæ°, V. ampla & elegans ad Flumen *Glan* & vicina satis *Lacui*, v. *Werdsee.*	37 · 33	46 · 41
S. ANDRE Vrbecula & *Fanum S. Andreæ*, *Sedes Episcopi Lavantini* ad amnem *Lavant.*	37 · 9	46 · 52
FELDKIRCH *Feldkirchium*, Oppid. ad Flum. *Osiach*, subest *Episcopo Bambergensi.* .	36 · 4	46 · 54
GMÜND *Gamundia*, V. ad Fl. *Lyser*, qui recipit Fl. *Malentlin.*	36 · 58	47 · 1
GURCK *Gurcum*, Oppidum cum *Episcopatu* ad Fl. *Gurcum.*	37 · 40	46 · 52
LAVAMUND *Lavamunda*, Opp. cum *Episcopatu Lavantino* ad confluxum *Dravi* & *Lavandæ* Flum.	38 · 29	46 · 37
MÜLSTAT *Millestadium*, Sedes *Equitum Ord. S. Georg.* ad Lacum cognominem v. *Millstetter See.*	36 · 43	46 · 57
RASTAT *Rastadium*, Vrbec ad Fl. *Anisum.*	37 · 40	47 · 23
STRASBURG *Strasburgum*, V. ad Fl. *Gurck.*		
S. VEIT *Fanum* & V. *S. Viti*, ad Amnem *Wunitz.* , , . .	37 · 32	46 · 50
VILLACH *Villacum* V. ad *Dravum* Fl. est sub ditione *Episcopi Bambergensis.* .	36 · 47	46 · 47
WOLFBERG *Wolfberga*, V. ad Fl. *Lavant.* cum *Arce*, subest *Ditioni Bambergens. Episcopi.*	38 · 30	46 · 52
CARNIOLA, v. *Crain.*		
LAUBACH *Lubiacum*, V. & Caput Carniolæ ad Fl. *Laubach* cum *arce* & *Sede gubernatoris.*	37 · 44	46 · 17
CILLEY *Celeia*, V. cum *Comitatûs* Titulo ad Fl. *Saan.*	38 · 47	46 · 20
CRAINBURG *Crainburgum*, Vrbec. ad *Savum* v. *Savv.*	37 · 30	46 · 30

GÖRTZ

Repro 4-23: Seite der ‹Tabellæ | Geogra- | phicæ› von *P. Heinrich Scherer S. J.* aus dem Jahre 1703. Die geographischen Tabellen zeigen die Ortspositionen von *Kärnten* und einen Teil *Krains.*

LA
CONNOISSANCE
DES TEMPS,
OU CALENDRIER
ET
EPHEMERIDES
du lever & du coucher du Soleil, de la Lune, & des autres Planetes.
LES VRAIS LIEUX de ces Planetes, tant en longitude qu'en latitude.
PLUSIEURS AUTRES TABLES d'Astronomie.
CALCULE'ES POUR PARIS,
Et pour l'année. 1701.
Premiere année du nouveau Siecle.
Avec la maniere de s'en servir aux autres Elevations.
DEDIE' AU ROY.

A PARIS,
Chez JEAN-BAPTISTE DELESPINE, ruë S. Jacques, à l'Image S. Paul.

M. DCCI.
Avec Privilege de Sa Majesté.

Repro 4-24: Titelblatt der Ephemeriden 'La | Connoissance | des Temps' für das Jahr 1701.

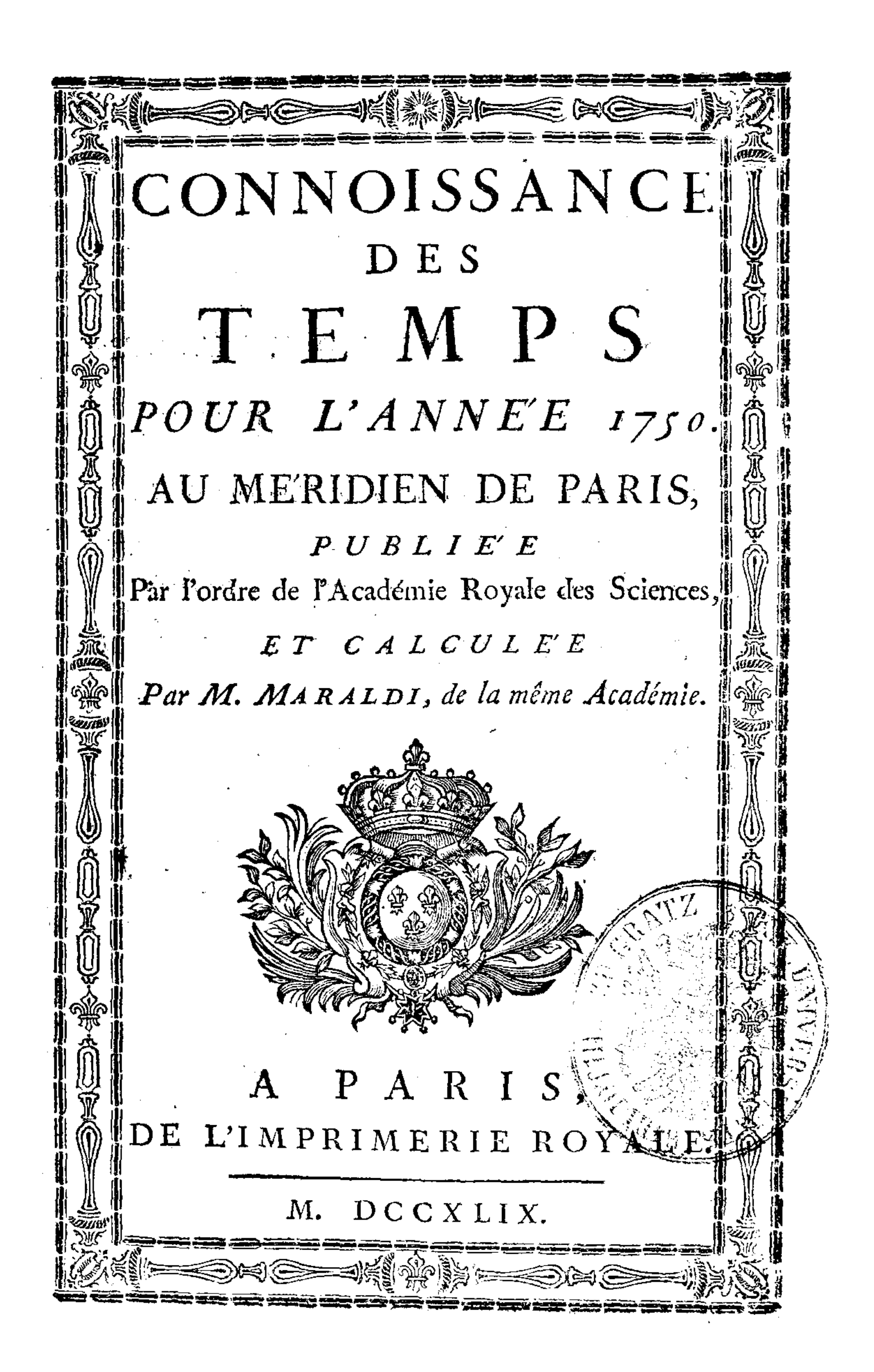
34

Noms des Villes.	*Difference des Meridiens.* H.	M.		*Hauteurs de pôle ou latitudes* D.	M.
Cherbourg.	0	16	occ.	49	37
Clermont Auv.	0	3	ori.	45	47
Cologne.	0	19	ori.	50	52
Coutance.	0	16	occ.	49	5
Dieppe.	0	4	occ.	49	56
Dijon.	0	11	ori.	47	18
Embrun.	0	19	ori.	44	30
Evreux.	0	5	occ.	48	56
Francfort.	0	25	ori.	50	4
Gand.	0	6	ori.	51	2
Geneve.	0	16	ori.	46	23
Grenoble.	0	15	ori.	45	13
Hambourg.	0	32	ori.	53	43
Le Haure de Gr.	0	8	occ.	49	31
Langres.	0	12	ori.	47	50
Le Liege.	0	15	ori.	50	38
Limoges.	0	4	occ.	45	50
Lincs	0	49	ori.	48	16
Liſieux	0	8	occ.	49	6
Liſle.	0	3	ori.	50	33
Londres.	0	9	occ.	51	32
Lion.	0	10	ori.	45	46
Madrid.	0	23	occ.	40	22
S. Malo.	0	18	occ.	48	36
Le Mans.	0	9	occ.	48	7
Marſeille.	0	12	ori.	43	20
Mayence.	0	23	ori.	50	2
Milan.	0	28	ori.	45	20
Montpelier.	0	6	ori.	43	37
Moulins	0	4	ori.	46	28
Nancy.		17	ori.	48	29

35

Noms des Villes.	*Difference des Meridiens.* H.	M.		*Hauteurs de pôle ou latitudes* D.	M.
Nantes.	0	15	occ.	47	13 Sept.
Narbonne.	0	2	ori.	43	16
Orleans.	0	2	occ.	47	54
PARIS.	0	0	✱	48	51
Pampelune.	0	16	occ.	42	52
Perigueux.	0	6	occ.	45	14
Perpignan	0	1	ori.	42	44
Poitiers.	0	8	occ.	46	41
Pragues.	0	48	ori.	50	6
Rennes.	0	16	occ.	48	4
Rheims.	0	7	ori.	49	18
La Rochelle.	0	14	occ.	46	12
Rome.	0	43	ori.	41	54
Roüen.	0	5	occ.	49	27
Saintes.	0	12	occ.	45	45
Sarragoſſe.	0	12	occ.	41	38
Sens.	0	4	ori.	48	6
Soiſſons.	0	4	ori.	49	26
Straſbourg.	0	24	ori.	48	42
Toulouſe.	0	5	occ.	43	29
Toulon.	0	14	ori.	43	7
Tours.	0	7	occ.	47	30
Treves.	0	18	ori.	49	50
Troye.	0	7	ori.	48	10
Turin.	0	22	ori.	44	50
Valence.	0	10	ori.	44	46
Vennes.	0	20	occ.	47	30
Verdun.	0	14	ori.	49	17
Vienne Dauf.	0	10	ori.	45	27
Vienne Auſtr.	0	59	ori.	48	22

Repro 4-25: Zwei Seiten der Ortstabelle von 'La | Connoissance | des Temps' für das Jahr 1701 mit Paris auf der Länge 0^h 0'.



CONNOISSANCE
DES
TEMPS
POUR L'ANNÉE 1750.
AU MÉRIDIEN DE PARIS,
PUBLIÉE
Par l'ordre de l'Académie Royale des Sciences,
ET CALCULÉE
Par M. MARALDI, de la même Académie.

A PARIS,
DE L'IMPRIMERIE ROYALE.

M. DCCXLIX.

Repro 4-26: Titelblatt der Ephemeriden 'Connoissance | des | Temps' für das Jahr 1750.

NOMS DES LIEUX.	Différence des Méridiens en Temps.			Différence des Méridiens en Degrés.			LATITUDES ou Hauteurs du Pole.		
	H.	M.	S.	D.	M.	S.	D.	M.	S.
Greenwich	0*	9.	10. oc.	2.	17.	30.	51*	28.	30. S.
Grenoble	0*	13.	32. or.	3.	23.	40.	45*	11.	49.
Jeruſalem	2	12.	0. or.	33.	0.	0.	31	50.	0.
Ingolſtadt	0*	36.	10. or.	9.	2.	30.	48*	46.	0.
Iſle de Fer, *bourg de*	1*	19.	37. oc.	19.	54.	15.	27*	47.	50.
Iſpahan. *Perſe*	3	22.	0. or.	50.	30.	0.	32*	25.	0.
Kebec. *Canada*	4*	48.	52. oc.	72.	13.	0.	46*	55.	0.
Landau	0*	23.	10. or.	5.	47.	30.	49*	11.	40.
Langres	0*	11.	58. or.	2.	59.	23.	47*	52.	17.
Laon	0*	5.	10. or.	1.	17.	29.	49*	33.	52.
Lauſane	0*	17.	41. or.	4.	25.	15.	46*	31.	5.
Lectoure	0*	6.	52. oc.	1.	43.	7.	43*	56.	2.
Leipſick	0	40.	0. or.	10.	0.	0.	51†	19.	14.
Liege	0	13.	0. or.	3.	15.	0.	50	36.	0.
Lille. *Flandres*	0*	2.	57. or.	0.	44.	16.	50*	37.	50.
Lima. *Pérou*	5*	16.	38. oc.	79.	9.	30.	12*	1.	15. M.
Limoges	0*	4.	19. oc.	1.	4.	51.	45*	49.	53. S.
Liſbonne	0*	45.	50. oc.	11.	17.	30.	38*	42.	20.
Liſieux	0	8.	20. oc.	2.	5.	0.	49	11.	0.
Londres	0*	9.	41. oc.	2.	25.	15.	51*	31.	0.
Luçon	0*	14.	2. oc.	3.	30.	34.	46*	27.	14.
Lyon	0*	9.	59. or.	2.	29.	43.	45*	45.	51.
Macao. *Chine*	7*	25.	45. or.	111.	26.	15.	22*	12.	44.
Madrid	0*	24.	18. oc.	6.	4.	30.	40*	25.	0.
Malaca. *Indes*	6*	39.	0. or.	99.	45.	0.	2*	12.	0.
Malines	0*	8.	35. or.	2.	8.	48.	1*	15.	50.
Malte	0*	48.	34. or.	12.	9.	30.	35*	54.	0.
Manille. *Indes*	7	52.	0. or.	118.	0.	0.	14	30.	0.
Marſeille	0*	12.	9. or.	3.	2.	8.	43*	17.	45.
La Martinique	4*	13.	15. oc.	63.	18.	45.	14*	43.	9.
Mayence	0	24.	0. or.	6.	0.	0.	49	54.	0.

Repro 4-27: Seite der Ephemeriden 'Connoissance | des | Temps' für das Jahr 1750 mit der Länge von *Greenwich* 2°17'30" westlich von *Paris*.

I

TABLES ASTRONOMIQUES

DES MOUVEMENTS

DU SOLEIL, DE LA LUNE,

ET DES AUTRES PLANETES;

ET DE

LA POSITION DES ETOILES FIXES, *&c.*

Au Méridien de l'Obſervatoire Royal de Paris.

TABLE PREMIE'RE.

DE LA DIFFE'RENCE DES ME'RIDIENS

entre l'Obſervatoire Royal de Paris & les principaux lieux de la Terre;

AVEC LEUR LATITUDE OU HAUTEUR DU POLE.

NOMS DES LIEUX.		Différence des Méridiens							Latitudes ou Hauteurs du Pole.		
*On a marqué par une étoile * ceux qui ont été déterminés par Obſervation.*		En Temps.				En Degrés.					
		H.	*M.*	*S.*		*D.*	*M.*	*S.*	*D.*	*M.*	*S.*
Abbeville		0	1	48	Occ.	0	27	0	50	7	0
Agde	*	0	4	33	Or.	1	8	15	43	19	0
Agra *dans le Mogol*	*	4	57	36	Or.	74	24	0	26	43	0
Aiguemortes	*	0	7	25	Or.	1	51	7	43	34	15
Aires *en Artois*	*	0	0	14	Or.	0	3	29	50	38	20
Aix *en Provence*		0	12	48	Or.	3	12	0	43	31	20
Alby	*	0	0	48	Occ.	0	12	0	43	55	20
Alençon	*	0	9	0	Occ.	2	15	0	48	25	0
Alep *de Syrie*		2	20	0	Or.	35	0	0	35	45	23
Alexandrette	*	2	16	0	Or.	34	0	0	36	35	10
Alexandrie *en Egypte*	*	1	51	46	Or.	27	56	30	31	11	20
Alger		0	0	29	Occ.	0	7	15	36	49	30
Amiens	*	0	0	8	Occ.	0	2	3	49	54	46
Amſterdam		0	10	36	Or.	2	39	0	52	22	45
Angers	*	0	11	36	Occ.	2	54	0	47	28	10

. A

Repro 4-28: Titelblatt der 'Tables Astronomiques' mit dem Beginn der Tabelle ‹Table Premiére. | de la Différence des Méridiens | entre l'Observatoire Royal de Paris & les pricipaux lieux | de la Terre; | avec leur Latitude ou Hauteur du Pole.› von *Jacques Cassini* aus dem Jahre 1723.

TABULÆ ASTRONOMICÆ LUDOVICI MAGNI

JUSSU ET MUNIFICENTIA

EXARATÆ ET IN LUCEM EDITÆ.

In quibus Solis, Lunæ reliquorumque Planetarum motus ex ipsis observationibus, nullâ adhibitâ hypothesi, traduntur; habenturque præcipuarum Fixarum in nostro Horizonte conspicuarum positiones.

Ineundi Calculi Methodus, cum Geometricâ ratione computandarum Eclipsium solâ triangulorum rectilineorum Analysi, breviter exponitur.

ADJECTA SUNT

Descriptio, Constructio & Usus Instrumentorum Astronomiæ novæ practicæ inservientium, variaque Problemata Astronomis Geographisque perutilia.

Ad Meridianum Observatorii Regii Parisiensis in quo habitæ sunt observationes ab ipso Autore PHILIPPO DE LA HIRE, *Regio Matheseos Professore, & Regio Scientiarum Academiæ Socio.*

SECUNDA EDITIO.

PARISIIS,

Apud MONTALANT, Typographum & Bibliopolam, ad Ripam PP. Augustinorum, propè Pontem S. Michaëlis.

M. DCC. XXVII.

CUM PRIVILEGIO REGIS.

Repro 4-29: Titelblatt der 'Tabulæ | Astronomicæ | Ludovici Magni', zweite Ausgabe, von *Philippe de la Hire*, 1727.

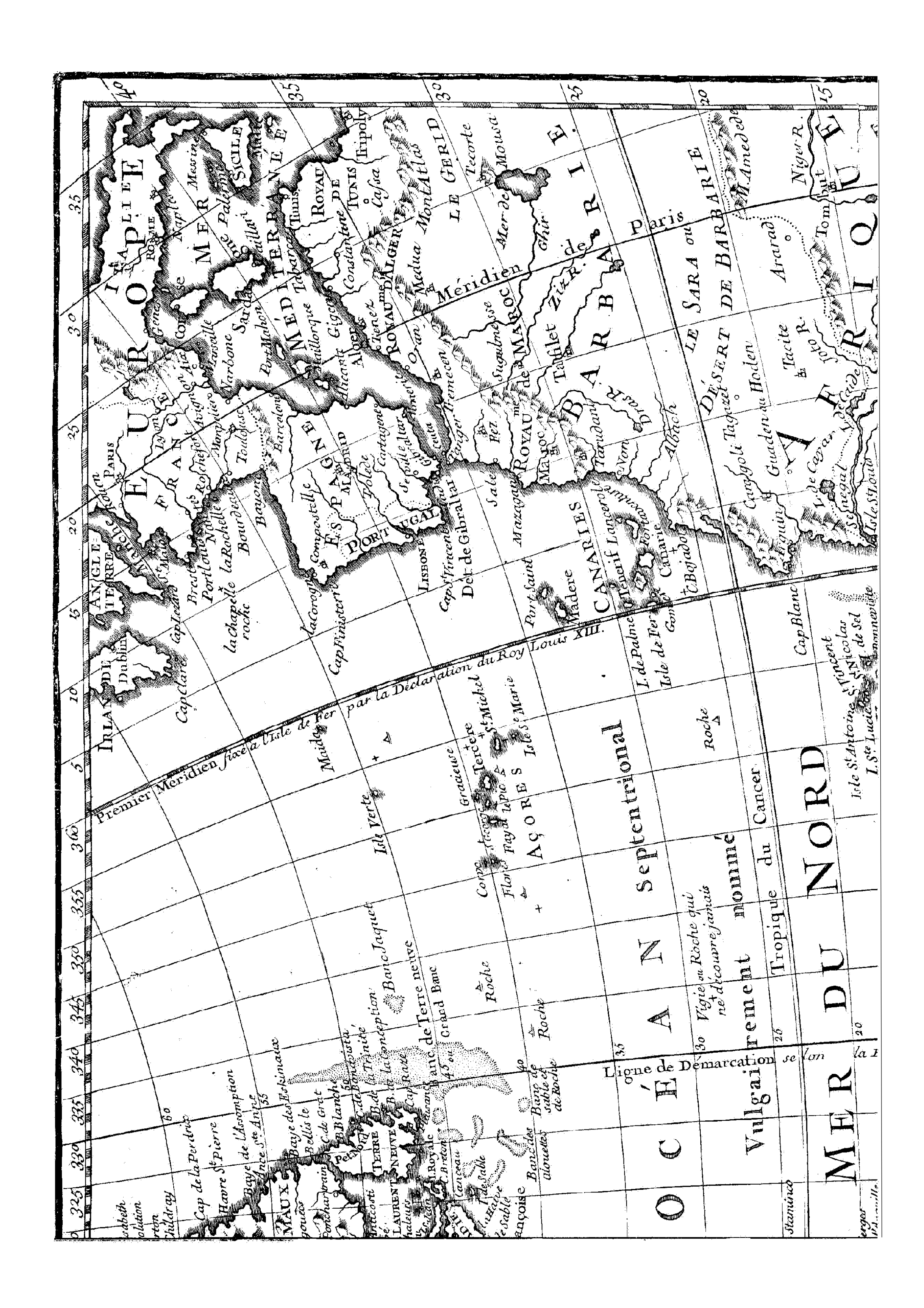
4

Tabulæ IV. Reſiduum.

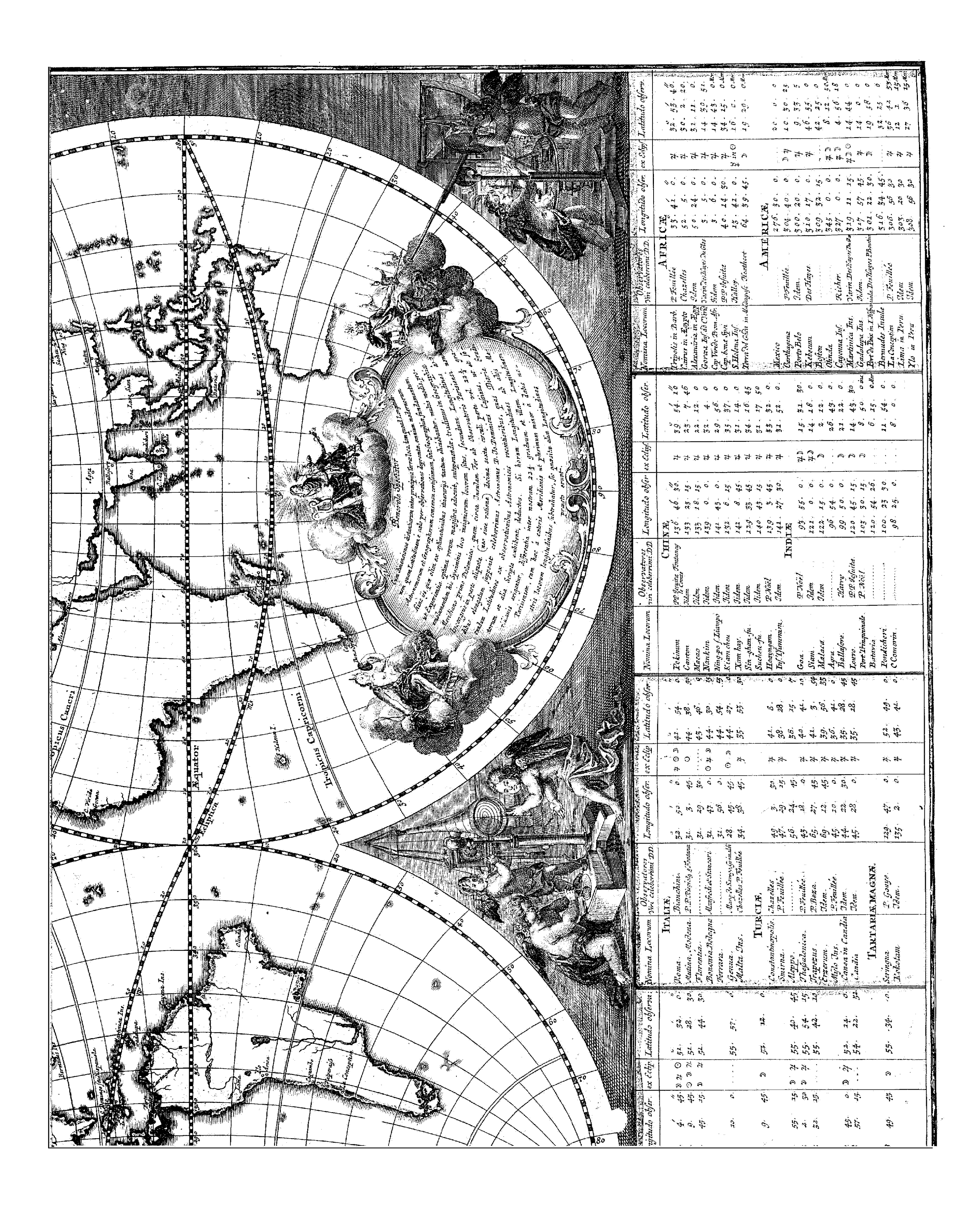
Nomina Locorum.	Differ. temporis. H.	M.	S.		Altitudo Poli. G.	M.	S.	
Cenomanum, *Le Mans.*	0	8	50	add.	48	3	50	B.
Claromontium, *Arver.*	0	3	0	ſubt.	45	51	15	b
Chandernagor *Beng.* R.	5	43	0	ſubt.	22	54	0	b
Colonia Agrippina.	0	20	0	ſubt.	50	50	0	b
Compoſtella.	0	48	0	add.	42	58	0	b
Conſtantinopolis.	1	58	0	ſubt.	41	0	0	b
Cracovia Polon.	1	12	0	ſubt.	50	10	0	b
Cuſcum Peruviæ.	5	4	0	add.	12	25	0	a
Dantiſcum.	1	7	0	ſubt.	54	22	20	b
Diepa.	0	4	45	add.	49	56	40	b
Divio *Burgundia.*	0	11	20	ſubt.	47	20	0	b
Dublinum.	0	38	0	add.	53	11	0	b
Dunkerka.	0	0	3	ſubt.	51	1	30	b
Edemburgum.	0	20	20	add.	55	47	0	b
Ferraria.	0	39	3	ſubt.	44	54	15	b
Flexia.	0	9	52	add.	47	41	40	b
Florentia.	0	38	30	ſubt.	43	41	0	b
Francofurtum *ad Mœnum.*	0	24	40	ſubt.	50	4	0	b
Gadalupa inſula.	4	15	15	add.	16	20	0	b
Gades, *Cadis.*	0	38	50	add.	36	16	0	b
Gandavum, *Gand.*	0	6	0	ſubt.	51	1	0	b
Genua.	0	25	3	ſubt.	44	25	0	b
Goa Indiæ.	4	46	0	ſubt.	15	30	0	b
Goeſa *Zelandiæ.*	0	6	48	ſubt.	51	30	30	b
Gorea Inſ. ad Cap. Viride.	1	17	40	add.	14	39	51	b
Gratianopolis.	0	15	0	ſubt.	45	16	0	b
Hafnia *Copenhague.*	0	41	41	ſubt.	55	40	35	b
Hamburgum.	0	33	0	ſubt.	53	41	0	b
Hieroſolyma.	2	34	32	ſubt.	31	38	30	b
Inſula Ferri Fortunat.	1	22	0	add.	28	5	0	b
Iſpaham Perſidis.	4	14	0	ſubt.	32	40	0	b
Kanton Sinarum.	7	22	48	ſubt.	23	7	30	b
Kebecum *Americæ.*	4	50	0	add.	46	55	0	b
Leodium, *Liege.*	0	15	0	ſubt.	50	40	0	b
Lima Peruviæ.	5	33	0	add.	12	20	0	a
Lipſia Miſniæ.	0	44	0	ſubt.	51	19	15	b
Londinum.	0	9	10	add.	51	29	30	b
Lugdunum.	0	30	18	ſubt.	45	45	20	b
LUTETIA in Obſervat.	0	0	0	*	48	50	0	b
Macaum Sinarum.	7	23	48	ſubt.	22	12	0	b
Malaca Indiæ.	6	31	20	ſubt.	2	41	0	b
Mantua Italiæ.	0	35	0	ſubt.	45	11	0	b
Martinica Inſula.	4	14	45	add.	14	44	0	b
Maſſilia.	0	12	30	ſubt.	43	19	45	b

Tabula IV.

Repro 4-30: Seite der ‹Tabula IV. | Catalogus Locorum insigniorum cum differentia tempo- | ris addenda vel substrahenda temporis Meridiani Parisiensis ...›, aus den 'Tabulæ | Astronomicæ | Ludovici Magni' von *Philippe de la Hire* aus dem Jahre 1727. Das königliche Observatorium von *Paris* (*Lutetia*) liegt auf der Länge 0^h 0' 0''.



Repro 4-31: Nord-Ost Ausschnitt der Amerikakarte *Guillaume Delisles* von 1722 mit dem über *Ferro* verlaufenden Ausgangsmeridian und Paris auf 20° Ost.



Repro 4-32: Ausschnitt der Weltkarte 'Basis Geographiæ Recentioris Astronomica' von *Johann Gabriel Doppelmayer* mit der Textkartusche in der er die Wahl des Ausgangsmeridianes mit 22°30' westlich von *Paris* erklärt. Darunter ein Teil der Tabelle astronomisch bestimmter Ortspositionen.



Repro 4-33: Östliche Hemisphäre einer Weltkarte von *Christoph Weigel/Johann Baptist Homann*, erschienen im Verlag *Homann*, ca. 1720.

ANHANG

Tabellen

Tab. 1-1: Entwicklung der Ansichten über die Länge des Meridiangrades

ASTRONOM / KARTOGRAPH	JAHR	ART DER BESTIMMUNG	KM
ARISTOTELES	um 320 v.C.	SCHÄTZUNG	ca. 205
ERATOSTHENES	um 210 v.C.	MESSUNG	110,3-128,5
HIPPARCH	135 v.C.		129,5
POSIDONIUS, MARINUS, PTOLEMÄUS	um 100 v.C.-150		92,5
BOLOGNESER PTOLEMÄUS	1477		92,5
ULMER PTOLEMÄUS	1482		88,8
BEHEIM	um 1490		92,5
COLUMBUS	um 1490		83,9
FERNEL	1525	VERMESSUNG ?	111,2
APIAN	1525		88,8
POCA DE BILBOA)	1585		88,8
SOLL UM $^{1}/_{7}$ VERGRÖSSERT WERDEN)	1585		101,5
BLUNDEVILLE	1594		91,4
WAGHENAER	1598		108,6
WRIGHT	1599		106,6
SNELLIUS	1615	VERMESSUNG	107,3
NORWOOD	1635	VERMESSUNG	111,9
PICARD	1671	VERMESSUNG	111,2
BOUGUER	1753	VERMESSUNG	111,1
MERIDIANVERMESSUNG LAPPLAND	1737	VERMESSUNG	111,9
PERU	1737	VERMESSUNG	110,6
CASSINI	1774	NACHRECHNUNG	111,1

Tab. 3-1: Ergebnisse einer Massstabsuntersuchung nach verschiedenen Methoden an einer Sammlung alter Regionalkarten Kärntens

KARTE	JAHR	NETZ-ENTWURF	AUSGLICHS-RECHNUNG[1]	POLYGON-AUSMESSUNG[2]	GRAPHISCHER MASSSTAB	NETZ AUSMESSUNG
			M = 1 :	M = 1 :	M = 1 :	M = 1 :
TYP LAZIUS						
LAZIUS (KOPIE)	1561	ohne Gradnetz	440.000	427.000	-	-
DE JODE	1593	ohne Gradnetz	616.000	626.000	-	-
METELLUS	1580	ohne Gradnetz	904.000	889.000	-	-
ORTELIUS	1592 ?	ohne Gradnetz	530.000	538.000	-	-
TYP SETZNAGEL						
SETZNAGEL	1602	ohne Gradnetz	753.000	730.000	720.000	-
VRIENTIO / ORT. H5	1602	ohne Gradnetz	3.236.000	3.195.000	2.757.000	-
QUAD	1600	ohne Gradnetz	1.204.000	1.215.000	1.140.000	-
TURRINI / ORT. VENED.	1655	ohne Gradnetz	3.371.000	3.750.000	2.350.000	-
TYP MERCATOR						
HOND Ppppp	1627	Plattkarte	453.000	453.000	514.000	517.000
HOND PPPPP	1627	Plattkarte	471.000	455.000	521.000	517.000
JANSON GGGg		Plattkarte	-	411.000	464.000	465.000
BLEAU Ccc	1627	ohne Längengrad.	520.000	435.000	496.000	496.000
KAERIUS		Plattkarte	907.000	947.000	1.024.000	1.029.000
JANSON MIN. Xx	1651	Plattkarte	1.250.000	1.266.000	1.418.000	1.405.000
BERTIUS / HOND Ff5	1.617	Plattkarte	2.049.000	-	2.180.000	2.017.000
VALCK & SCHENK	n.1683		439.000	-	-	-
MÜLLER	1.702	Plattkarte	2.562.000	-	-	-
PITT	1.683	Plattkarte	-	-	-	-
TYP MERIAN						
MERIAN	1649	ohne Längengr.	488.000	508.000	584.000	562.000
TROST	1688	ohne Längengr.	498.000	521.000	606.000	566.000
TYP HOLZWURM-HOMANN						
HOLZWURM	1616	Plattkarte	575.000	583.000	589.000	639.000
OTTO (KOPIE)	1650	Plattkarte	-	-	-	-
REIFFENSTUHL	1701		-	734.000	745.000	747.000
ZAUCHENBERG	1718	Plattkarte	-	233.000	263.000	257.000
WEIGEL	1723		-	647.000	675.000	674.000
HOMANN	1724	Plattkarte	-	368.000	351.000	353.000
SEUTTER o.Priv.	v.1729	Plattkarte	-	373.000	357.000	359.000
SEUTTER m.Priv.	n.1729	Plattkarte	-	368.000	355.000	356.000
LOTTER	1772	Plattkarte	-	371.000	337.000	356.000
LE ROUGE	1742	Plattkarte	-	377.000	336.000	358.000
JAEGER (KOPIE)	1787	Sanson-Flamsteed	-	249.000	210.000	209.000
REILLY 136	1791	Plattkarte	632.000	632.000	618.000	601.000
ELWE	1791	Plattkarte	826.000	853.000	855.000	861.000

/Seite 2

Tab. 3-1, Seite 2

	KARTE	JAHR	NETZ-ENTWURF	AUSGLICHS-RECHNUNG[1)]	POLYGON-AUSMESSUNG[2)]	GRAPHISCHER MASSSTAB	NETZ AUSMESSUNG
				M = 1 :	M = 1 :	M = 1 :	M = 1 :
TYP SANSON							
	SANSON	1657	Sanson-Flamsteed	692.000	769.000	855.000	873.000
	DE WIT	n.1670		466.000	497.000	602.000	-
	VALK	n.1683	Trapezkarte	636.000	738.000	797.000	811.000
	SANSON-JAILLOT	169?	Sanson-Flamsteed	614.000	684.000	783.000	-
	DANCKERTS	1690 ?	Plattkarte	657.000	669.000	911.000	900.000
	SCHERER	1699	Trapezkarte	995.000	1.146.000	1.373.000	1.373.000
	COVENS ET MORTIER	1735		1.682.000	-	-	-
	OTTENS	1740	Plattkarte	478.000	505.000	618.000	608.000
	VAUGONDY o.Priv.	v.1752		-	511.000	-	-
	VAUGONDY m.Priv.	n.1752		497.000	513.000	-	-
	FRANZ. REISEKARTE	1804		2.501.000	-	-	-
TYP POSTKARTEN							
	IECKL	1786		1.453.000	1.441.000	1.349.000	1.399.000
	HEYMANN	1798		-	821.000	768.000	764.000
TYP MODERNE KARTEN							
	KINDERMANN	1803		514.000	526.000	-	-
	DIEWALD	1808	Sanson-Flamsteed	-	361.000	367.000	361.000
	STEUERBEZ.& KATGEM	1829		-	---	-	-
	STIELER	1822		-	1.894.000	-	-
	FRIED/ARTARIA	1828		-	1.155.000	-	-
	RENNER, PREM.LIEUT.	1836	Kegelprojektion	-	545.000	549.000	541.000
	BERMANN	1850		-	666.000	-	-
	WEIMAR	1857		-	719.000	-	-
	KOZENN 148,000	c.1900		-	146.000	148.000	-
	SCHULKARTE 1:400.000	c.1970		402.000	402.000	-	408.000

[1)] 4-Parameterausgleich nach Helmert
[2)] 6 Eckpunkte um einen Zentralpunkt, gesamte Streckenlänge 129,86 km

Tab. 3-2: Längenwerte der Europa- und Afrikakarte des 'Atlas' von Frederick de Wit, nach 1670

		$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	$\lambda_{PICO/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\lambda$	$\lambda_{PICO/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\lambda$
NR	ORTSNAME	SOLL	SOLL	EK	EK	EK	AFK	AFK	AFK
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
1	S. ANTONIO KV	-25,0667	-15,9333				-8,2500	-16,0833	0,1500
2	S. VINCENTE KV	-25,0000	-15,8667				-7,5000	-15,3333	-0,5333
3	S. NICOLAS KV	-24,2500	-15,1167				-6,5000	-14,3333	-0,7833
4	MAYO KV, Z	-23,2500	-14,1167				-4,8333	-12,6667	-1,4500
5	BOA VISTA KV, Z	-22,8333	-13,7000				-4,2500	-12,0833	-1,6167
6	FERRO KA, W	-18,1500	-9,0167				-2,1667	-10,0000	0,9833
7	PALMA KA, Sta. Cruz	-17,8333	-8,7000				-1,7500	-9,5833	0,8833
8	KAP VERDE	-17,5500	-8,4167				1,2500	-6,5833	-1,8333
9	TENERIFFA KA, Pico	-16,6500	-7,5167				0,0000	-7,8333	0,3167
10	GRAN KANARIA KA, Z	-15,5667	-6,4333				2,0000	-5,8333	-0,6000
11	FUERTA VENTURA KA,	-14,0333	-4,9000				3,5000	-4,3333	-0,5667
12	LANZAROTE KA, E	-13,4500	-4,3167				3,6667	-4,1667	-0,1500
13	LISSABON	-9,1333	0,0000	7,8333	0,0000	0,0000			
14	GIBRALTAR	-5,3500	3,7833	11,7500	3,9167	0,1333	12,0000	4,1667	0,3833
15	MALAGA	-4,4167	4,7167				12,7500	4,9167	0,2000
16	MADRID	-3,7167	5,4167	13,4167	5,5833	0,1667			
17	GRANADA	-3,5833	5,5500				14,8333	7,0000	1,4500
18	LONDON	-0,1667	8,9667	18,1667	10,3333	1,3667			
19	BARCELONA	2,1667	11,3000	20,6667	12,8333	1,5333			
20	PARIS	2,3333	11,4667	21,5000	13,6667	2,2000			
21	AMSTERDAM	4,9000	14,0333	24,0000	16,1667	2,1333			
22	MARSEILLE	5,3667	14,5000	24,7500	16,9167	2,4167			
23	KÖLN	6,9500	16,0833	26,5000	18,6667	2,5833			
24	BASEL	7,6000	16,7333	27,1667	19,3333	2,6000			
25	STRASSBURG	7,7500	16,8833	28,1667	20,3333	3,4500			
26	KONSTANZ	9,1667	18,3000	29,1667	21,3333	3,0333			
27	NÜRNBERG	11,0833	20,2167	31,2500	23,4167	3,2000			
28	VENEDIG	12,3333	21,4667	33,0833	25,2500	3,7833			
29	ROM	12,5000	21,6333	34,6667	26,8333	5,2000			
30	PALERMO	13,3833	22,5167				35,0000	27,1667	4,6500
31	VILLACH	13,8500	22,9833	34,2500	26,4167	3,4333			
32	WIEN	16,3667	25,5000	36,8333	29,0000	3,5000			
33	DANZIG	18,6833	27,8167	39,5000	31,6667	3,8500			
34	BELGRAD	20,5000	29,6333	42,4167	34,5833	4,9500			
35	KORINTH	22,9167	32,0500	47,4167	39,5833	7,5333	47,3333	39,5000	7,4500
36	ATHEN	23,7333	32,8667	48,4167	40,5833	7,7167	48,8333	41,0000	8,1333
37	CANDIA	25,1333	34,2667	51,4167	43,5833	9,3167	51,6667	43,8333	9,5667
38	EDIRNE	26,5667	35,7000	51,0000	43,1667	7,4667			
39	ISTANBUL	28,9500	38,0833	54,3333	46,5000	8,4167			
40	ALEXANDRIA	29,9167	39,0500	58,6667	50,8333	11,7833	58,8333	51,0000	11,9500
41	KAIRO	31,2500	40,3833	60,0000	52,1667	11,7833	60,2500	52,4167	12,0333
42	DAMIETTA	31,8000	40,9333	61,5000	53,6667	12,7333	61,5833	53,7500	12,8167
43	PEREKOP	33,7000	42,8333	59,4167	51,5833	8,7500			
44	FAMAGUSTA	33,9500	43,0833	64,7500	56,9167	13,8333	64,7500	56,9167	13,8333
45	TYRUS, Tyre	35,2000	44,3333	65,0000	57,1667	12,8333			

/Seite 2

Tab. 3-2, Seite 2

		$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	$\lambda_{PICO/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta \lambda$	$\lambda_{PICO/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta \lambda$
NR	ORTSNAME	SOLL	SOLL	EK	EK	EK	AFK	AFK	AFK
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
46	JERUSALEM	35,2167	44,3500	64,5000	56,6667	12,3167	64,4167	56,5833	12,2333
47	ALEXANDRETTA	36,1333	45,2667	67,5000	59,6667	14,4000	67,3333	59,5000	14,2333
48	ANTIOCHIA	36,1667	45,3000	67,0000	59,1667	13,8667			
49	DAMASKUS	36,3167	45,4500	66,2500	58,4167	12,9667			
50	ALEPPO	37,1667	46,3000				68,4167	60,5833	14,2833

KV: Kap Verden, KA: Kanaren; EK: Europakarte, AFK: Afrikakarte

Tab. 3-3: Zusammenstellung der Gesamtkennzahlen K^*_i berechnet aus den normierten Kennzahlen $k^*_{1,i}$ bis $k^*_{4,i}$. Berechnung und Auswertung in den Abschnitten 3.6 und 5.2.

ABSCHN. NR. (i)	KARTOGRAPH/ ASTRONOM	KARTEN / TABELLEN	JAHR	AUSGANGS- MERIDIAN	$k_{1,i}$ GRAD	$k_{2,i}$ GRAD	$k_{3,i}$ GRAD	$k_{4,i}$ GRAD	K^*_i
4.1.1	Cl. Ptolemäus	Codex Latinus, Tabelle	1450	Meridian Ptolem.	20,5167	7,5825	-4,8500	1,6038	0,8079
4.2.1	Tab. Alfonsinae	Radolt, Tabelle	1483	Meridian Ptolem.	10,5167	6,4255	-5,0167	1,7833	0,6859
4.3.1.2	M. Waldseemüller	Weltkarte	1516	Porto Santo	-6,1500	-6,2303	-2,2667	1,4311	0,4716
4.3.2	J. Ruysch	Weltkarte	1508	Porto Santo	13,0167	5,5947	4,7333	0,4180	0,5342
4.3.4	P. Apian	Tabelle	1524	Meridian Ptolem.	21,2667	5,9618	-5,8333	1,8732	0,8452
4.3.5	G. Frisius	Tabelle	1530	Meridian Ptolem.	20,5500	8,1168	-4,8500	1,3182	0,7919
4.3.6.2	G. de Jode	Atlas, Planiglobe	1593	Toledo	20,5167	9,4136	-1,2667	2,4564	0,7920
4.4.3.2	G. Mercator	Globus	1541	Fuertaventura Z	17,6333	7,8857	1,3000	1,0337	0,5661
4.4.3.4	G. Mercator	Weltkarte	1569	Boa Vista	11,3500	2,1209	2,6500	0,7109	0,3624
4.4.4.1	R. Mercator	Planigloben	1587	Boa Vista	10,5167	1,9686	2,9833	0,9092	0,3843
4.5.1.2	A. Ortelius	Atlas, Erdteilkarten	1570	Palma und Boa V.	12,5167	2,3971	0,4833	0,8721	0,3063
4.5.2	P. Kaerius	Weltkarte	1622	Corvo	10,5167	1,6597	3,2333	1,1778	0,4158
4.5.3	H. Hond	Atlas, Europa & Amerika	1623	Corvo	12,0000	3,8099	0,1833	0,6957	0,3060
4.5.4	H. Hond	Atlas, Europa & Afrika	1636	Santiago	10,1000	1,1634	1,9833	1,0401	0,3284
4.5.5	J. Janssonius	Atlas, Erdteilkarten	1648	Corvo	11,0167	0,9736	0,8167	1,4528	0,3275
4.5.6.2	J. Blaeu	Atlas, Europa	1663	Pico de Teneriffa	9,7833	1,2757	0,2000	0,8123	0,2255
4.5.7.1	F. de Wit	Atlas, Weltkarte	1670	Pico de Teneriffa	7,6833	0,6119	0,8167	0,6862	0,1964
4.5.7.2	F. de Wit	Atlas, Europa & Afrika	1670	Pico de Teneriffa	14,2667	3,7114	0,9833	0,8168	0,3779
4.5.8	N. Sanson	Atlas, Europa & Afrika	1683	Ferro	16,1833	2,7089	1,2333	0,7838	0,3810
4.6.1	J. Kepler	Tabelle	1627	Uranienburg	10,5167	0,4511	4,4833	0,5677	0,3726
4.6.3	J.-B. Ricciolo	Tabelle	1689	Palma	9,2667	2,0975	2,9833	0,3876	0,3171
4.6.4	H. Scherer	Tabelle	1703	Palma	8,4167	2,0168	2,9833	0,6522	0,3333

$k_{1,i}$ Kennzahl der Längenfehler der Achse des Mittelmeeres
$k_{2,i}$ Kennzahl der Längenfehler Mitteleuropas
$k_{3,i}$ Kennzahl der Längenfehler zwischen den Meridianen von Lissabon und Ferro, Punta Orchilla
$k_{4,i}$ Kennzahl der Standardabweichungen der Reststreuung um die Ausgleichspolynome
K^*_i normierte Gesamtkennzahl

/Seite 2

Tab. 3-3, Seite 2

ABSCHN. NR. (i)	KARTOGRAPH/ ASTRONOM	KARTEN / TABELLEN	JAHR	AUSGANGS-MERIDIAN	$k_{1,i}$ GRAD	$k_{2,i}$ GRAD	$k_{3,i}$ GRAD	$k_{4,i}$ GRAD	K^*_i
4.7.1.5	Connoissance d. T.	Tabelle	1706	Paris	-0,3000	-0,5867	0,2333	0,2214	0,0335
4.7.1.6	Connoissance d. T.	Tabelle	1716	Paris	-0,3000	-0,5572	0,2333	0,1272	0,0226
4.7.1.7	Connoissance d. T.	Tabelle	1718	Paris	-0,2667	-0,5842	0,2333	0,1790	0,0285
4.7.1.8	Connoissance d. T.	Tabelle	1720	Paris	-0,2667	-0,5917	0,2333	0,1790	0,0287
4.7.1.9	Connoissance d. T.	Tabelle	1730	Paris	-0,2667	-0,6492	0,2333	0,1531	0,0275
4.7.1.10	Connoissance d. T.	Tabelle	1740	Paris	0,0167	-0,0879	-0,4417	0,1503	0,0183
4.7.1.11	Connoissance d. T.	Tabelle	1750	Paris	0,0167	-0,1309	-0,4042	0,1276	0,0154
4.7.2.2	J. Cassini	Tabelle	1723	Paris	0,0167	-0,5719	0,1000	0,2042	0,0221
4.7.3.1	P. de la Hire	Tabelle	1701	Paris	7,7500	2,0510	-1,5167	0,5131	0,2475
4.7.4.1	G. Delisle	Planiglobe	1714	Ferro	0,7667	-0,9253	0,4833	0,2352	0,0604
4.7.4.3	G. Delisle	Atlas, Europak. & Barbarie	1700	Ferro	15,0167	3,4374	0,6500	0,7042	0,3528
4.7.4.3	G. Delisle	Atlas, Weltkarte	1730	Ferro	1,0167	-0,5985	1,2333	0,6353	0,1303
4.7.5	J.-B. d'Anville	Atlas, Planigl. & Erdteilk.	1780	Ferro	0,5833	0,0645	-0,4667	0,1538	0,0258
4.8.1	J. G. Doppelmayr	Tabelle	1716	Ferro	-0,7208	1,7755	0,5167	0,2430	0,0849
4.8.4	Chr. Weigel	Atlas	1720	Pico de Teneriffa	11,5167	1,9789	2,2333	0,9745	0,3707
4.8.5	J.-B. Homann	Atlas, Erdteilkarten	1731	Pico de Teneriffa	14,2667	3,6298	0,7333	0,6939	0,3516
4.8.6	M. Seutter	Atlas, Erdteilkarten	1730	Pico de Teneriffa	14,1833	3,5373	1,0667	0,6983	0,3632
4.8.7	J. M. Hase	Planigloben und Erdteilk.	1737	Ferro	0,0167	-0,5501	0,2333	0,3100	0,0387
4.8.8	F. A. Schrämbl	Atlas, WK und Europak.	1800	Ferro	0,6333	0,0531	0,4667	0,1626	0,0270
4.9.2.3	R. Hakluyt	Weltkarte	1599	Boa Vista	2,0167	-1,3639	0,4833	0,7102	0,1378
4.9.3.2	V. Coronelli	Atlas, Planigl. und Erdteilk.	1692	Ferro	14,6000	3,2692	0,9000	1,1012	0,3969

Tab. 3-4: Koeffizienten der Ausgleichspolynome und Standardabweichungen der Reststreuung für den Verlauf der Längenwerte über den gesamten Untersuchungsbereich

AB-SCHN. NR.	KARTOGRAPH	JAHR	AUSGANGS-. MERIDIAN	N	KOEFFIZIENTEN DER AUSGLEICHSPOLYNOME			STAND. ABW.
					a_0	a_1	a_2	s
4.1.1	Cl. Ptolemäus	150	Meridian Ptolem.	38	17,2150	1,4088	0,0000	1,5730
4.1.3	J. Regiomontanus	1496	Nürnberg	-	-	-	-	-
4.1.3	J. Regiomontanus	1498	Toledo	-	-	-	-	-
4.2.1	Tab. Alfonsinae	1483	Meridian Ptolem.	35	17,1000	1,4075	-0,0080	1,7562
4.3.1.2	M. Waldseemüller	1516	Porto Santo	33	13,4159	0,6566	0,0068	1,2730
4.3.3	J. Stöffler	1518	Tübingen	-	-	-	-	-
4.3.4	P. Apian	1553	Meridian Ptolem.	56	14,6995	1,4708	0,0000	2,0271
4.3.5	G. Frisius	1530	Meridian Ptolem.	37	17,7410	1,4096	0,0000	1,4758
4.3.6.2	G. de Jode	1593	Toledo	26	6,4114	1,4498	0,0000	2,0715
4.4.3.2	G. Mercator, Globus	1541	Fuertaventura Z	41	16,4666	1,4347	-0,0007	1,3281
4.4.3.3	G. Mercator, Europakarte	1572	Palma	72	20,5042	1,0841	0,0064	0,8542
4.4.3.4	G. Mercator, Weltkarte	1569	Boa Vista	60	22,3870	1,0898	0,0064	0,8110
4.4.4	R. Mercator, Atlaskarten	1595	Boa Vista	56	22,6525	1,1204	0,0052	1,0052
4.5.1.2	A. Ortelius	1570	Boa Vista	34	20,5064	1,0932	0,0062	0,8263
4.5.2	P. Kaerius	1622	Corvo	28	33,1337	1,0031	0,0087	1,2083
4.5.3	H. Hond	1623	Corvo	55	29,0221	1,1670	0,0045	0,8081
4.5.4	H. Hond	1636	Santiago	66	25,2591	1,0009	0,0086	1,1075
4.5.5	J. Janssonius	1648	Corvo	36	32,1268	0,9793	0,0098	1,4789
4.5.6.2	J. Blaeu	1663	Pico de Teneriffa	60	17,1127	0,9677	0,0084	1,0500
4.5.7.1	F. de Wit, Weltkarte	1670	Pico de Teneriffa	27	17,1073	0,9504	0,0076	0,9012
4.5.7.2	F. de Wit, Erdteilkarte	1670	Pico de Teneriffa	48	18,1045	1,1486	0,0056	1,0553
4.5.8	N. Sanson	1683	Ferro	46	19,5053	1,1382	0,0064	1,0170
4.6.1	J. Kepler	1627	Uranienburg	43	-12,7601	0,9167	0,0109	1,0170
4.6.2	B. Varenius	1664	Meridian Ptolem.	41	18,8207	1,3694	0,0000	2,8862
4.6.3	J.-B. Ricciolo	1689	Palma	60	22,0210	1,0524	0,0037	0,6448
4.6.4	H. Scherer	1703	Palma	67	21,9102	1,0434	0,0046	0,6890
4.7.1.3	Connoissance d. T.	1683	Paris	-	-	-	-	-
4.7.1.5	Connoissance d. T.	1706	Paris	35	-2,2259	0,9958	0,0004	0,3041
4.7.1.7	Connoissance d. T.	1718	Paris	40	-2,1522	0,9917	0,0003	0,2370
4.7.1.11	Connoissance d. T.	1750	Paris	42	-2,2612	0,9928	0,0003	0,1548
4.7.2.2	J. Cassini (1693/1723)	1723	Paris	37	-2,2262	1,0006	0,0001	0,2298
4.7.3.1	P. de la Hire	1701	Paris	34	-2,7853	1,0360	0,0038	0,6083
4.7.3.2	P. de la Hire	1727	Paris	33	-2,7549	1,0334	0,0028	0,7538
4.7.4.1	G. Delisle, Nord-Halbkugel	1714	Ferro	29	17,8911	0,9683	0,0011	0,3058
4.7.4.3	G. Delisle, Europakarte	1730	Ferro	66	19,8544	1,1073	0,0073	0,9424
4.7.4.3	G. Delisle, Weltkarte	1730	Ferro	28	17,7915	0,9454	0,0020	0,5432
4.7.5	J.-B. d'Anville	1780	Ferro	70	17,6507	1,0006	0,0003	0,2154
4.8.1	J. G. Doppelmayr	1716	Ferro	31	20,1920	1,0422	-0,0014	0,4698
4.8.2.1	J. P. v. Wurzelbau, Tab. a	1719	Ferro	-	-	-	-	-
4.8.2.2	J. P. v. Wurzelbau, Tab. b	1719	Ferro	-	-	-	-	-
4.8.4	Chr. Weigel	1720	Pico de Teneriffa	45	16,8689	1,0390	0,0082	1,1868
4.8.5	J.-B. Homann	1731	Pico de Teneriffa	63	17,9882	1,1397	0,0055	0,9832
4.8.6	M. Seuter	1730	Pico de Teneriffa	61	17,9407	1,1364	0,0059	0,7811
4.8.7	J. M. Hase	1737	Ferro	66	17,8638	0,9723	0,0012	0,3101
4.8.8	F. A. Schrämbl	1800	Ferro	69	17,6285	0,9998	0,0003	0,2168
4.9.2.3	R. Hakluyt	1599	Boa Vista	31	21,9057	1,0071	0,0020	0,9133
4.9.3.2	V. Coronelli, Europa	1692	Ferro	53	19,8558	1,1238	0,0067	1,0211

Tab. 3-5: Koeffizienten der Ausgleichspolynome und Standardabweichungen der Reststreuung für den Verlauf der Längenwerte für den Bereich Mitteleuropas zwischen *London* und *Candia (Iraklion)*

AB-SCHN. NR.	KARTOGRAPH	JAHR	AUSGANGS-. MERIDIAN	N	KOEFFIZIENTEN DER AUSGLEICHSPOLYNOME			STAND. ABW.
					a_0	a_1	a_2	s
4.1.1	Cl. Ptolemäus	150	Meridian Ptolem.	24	17,5747	1,4002	0,0000	1,6038
4.1.3	J. Regiomontanus	1496	Nürnberg	19	-12,8760	1,2600	0,0000	1,6959
4.1.3	J. Regiomontanus	1498	Toledo	19	8,1075	1,2591	0,0000	1,6236
4.2.1	Tab. Alfonsinae	1483	Meridian Ptolem.	23	19,5797	0,8309	0,0199	1,7833
4.3.1.2	M. Waldseemüller	1516	Porto Santo	18	13,9850	0,6752	0,0024	1,4311
4.3.3	J. Stöffler	1518	Tübingen	40	-12,3610	1,4135	-0,0058	1,3659
4.3.4	P. Apian	1553	Meridian Ptolem.	33	15,1551	1,0733	0,0198	1,8732
4.3.5	G. Frisius	1530	Meridian Ptolem.	26	18,6794	1,3551	0,0000	1,3182
4.3.6.2	G. de Jode	1593	Toledo	13	6,4787	1,5326	0,0000	2,3491
4.4.3.2	G. Mercator, Globus	1541	Fuertaventura Z	25	15,7266	1,7064	-0,0134	1,0337
4.4.3.3	G. Mercator, Europskarte	1572	Palma	40	21,0437	0,9899	0,0093	0,7551
4.4.3.4	G. Mercator, Weltkarte	1569	Boa Vista	40	22,9538	0,9896	0,0096	0,8875
4.4.4	R. Mercator, Atlaskarten	1595	Boa Vista	39	22,5861	1,1223	0,0052	0,9331
4.5.1.2	A. Ortelius	1570	Boa Vista	25	20,6905	1,0914	0,0051	0,8081
4.5.2	P. Kaerius	1622	Corvo	14	33,6433	0,8991	0,0117	1,1778
4.5.3	H. Hond	1623	Corvo	39	29,8139	1,0455	0,0081	0,8613
4.5.4	H. Hond	1636	Santiago	33	26,1738	0,8498	0,0133	1,0401
4.5.5	J. Janssonius	1648	Corvo	21	33,1502	0,8239	0,0138	1,4528
4.5.6.2	J. Blaeu	1663	Pico de Teneriffa	31	18,7838	0,7339	0,0142	0,8123
4.5.7.1	F. de Wit, Weltkarte	1670	Pico de Teneriffa	15	17,6286	0,8855	0,0076	0,6862
4.5.7.2	F. de Wit, Erdteilkarte	1670	Pico de Teneriffa	23	18,9567	0,9907	0,0109	0,8168
4.5.8	N. Sanson	1683	Ferro	26	20,2474	1,0353	0,0093	0,7838
4.6.1	J. Kepler	1627	Uranienburg	26	-11,2079	0,6806	0,0172	0,5677
4.6.2	B. Varenius	1664	Meridian Ptolem.	20	18,1277	1,3903	0,0000	1,8672
4.6.3	J.-B. Ricciolo	1689	Palma	34	22,4782	0,9992	0,0045	0,3876
4.6.4	H. Scherer	1703	Palma	38	22,6586	0,9284	0,0078	0,6522
4.7.1.3	Connoissance d. T.	1683	Paris	10	-2,2513	1,0586	0,0049	0,2839
4.7.1.5	Connoissance d. T.	1706	Paris	24	-2,5287	1,0251	0,0006	0,2214
4.7.1.7	Connoissance d. T.	1718	Paris	26	-2,3864	1,0252	-0,0005	0,1790
4.7.1.11	Connoissance d. T.	1750	Paris	28	-2,2952	0,9969	0,0002	0,1276
4.7.2.2	J. Cassini (1693/1723)	1723	Paris	24	-2,3174	1,0229	-0,0007	0,2042
4.7.3.1	P. de la Hire	1701	Paris	24	-2,3718	0,9638	0,0058	0,5131
4.7.3.2	P. de la Hire	1727	Paris	23	-2,3981	0,9389	0,0070	0,4494
4.7.4.1	G. Delisle, Nord-Halbkugel	1714	Ferro	14	17,8574	0,9538	0,0025	0,2352
4.7.4.3	G. Delisle, Europakarte	1730	Ferro	36	20,8606	0,9803	0,0106	0,7042
4.7.4.3	G. Delisle, Weltkarte	1730	Ferro	12	18,2635	0,8512	0,0051	0,6353
4.7.5	J.-B. d'Anville	1780	Ferro	40	17,7444	0,9993	0,0000	0,1538
4.8.1	J. G. Doppelmayr	1716	Ferro	20	20,1255	1,0380	-0,0012	0,2430
4.8.2.1	J. P. v. Wurzelbau, Tab. a	1719	Ferro	12	17,6985	1,1127	-0,0088	0,3243
4.8.2.2	J. P. v. Wurzelbau, Tab. b	1719	Ferro	12	19,9248	1,1181	-0,0079	0,2274
4.8.4	Chr. Weigel, Europakarte	1720	Pico de Teneriffa	27	16,6657	1,0163	0,0103	0,9745
4.8.5	J.-B. Homann	1731	Pico de Teneriffa	34	19,0797	0,9646	0,0112	0,6939
4.8.6	M. Seuter	1730	Pico de Teneriffa	34	18,7714	1,0036	0,0101	0,6983
4.8.7	J. M. Hase	1737	Ferro	35	17,7289	0,9749	0,0019	0,3100
4.8.8	F. A. Schrämbl	1800	Ferro	38	17,6784	1,0050	-0,0002	0,1626
4.9.2.3	R. Hakluyt	1599	Boa Vista	15	21,5113	1,0714	0,0000	0,7102
4.9.3.2	V. Coronelli, Europa	1692	Ferro	30	20,7343	0,9612	0,0127	1,1012

Tab. 4-1: Längenwerte der 'Connoissance des Temps' zwischen 1683 und 1750. Ausgangsmeridian: *Paris*. Änderungen gegenüber älteren Tabellen sind jeweils schattiert

NR	ORTSNAME	$\lambda_{PARIS/SOLL}$ ° '	$\lambda_{PARIS/IST}$ CdT 1683 ° '	$\lambda_{PARIS/IST}$ CdT 1689 ° '	$\lambda_{PARIS/IST}$ CdT 1693 ° '	$\lambda_{PARIS/IST}$ CdT 1702 ° '	$\lambda_{PARIS/IST}$ CdT 1706 ° '	$\lambda_{PARIS/IST}$ CdT 1716 ° '	$\lambda_{PARIS/IST}$ CdT 1718 ° ' "	$\lambda_{PARIS/IST}$ CdT 1720 ° ' "	$\lambda_{PARIS/IST}$ CdT 1730 ° ' "	$\lambda_{PARIS/IST}$ CdT 1740 ° ' "	$\lambda_{PARIS/IST}$ CdT 1750 ° ' "
1	PICO	-30,44								-30,3000	-30,3000	-30,3000	-30,3000
2	FERRO CAN, West	-20,29				-20,30	-20,00	-20,00	-20,0000	-20,0000	-20,0000	-19,5130	-19,5415
3	KAP VERDE	-19,53				-19,30	-19,30	-19,30	-19,3000	-19,3000	-19,3000	-19,3000	-19,3000
4	TENERIFFA, Pico	-18,59							-18,3000	-18,3000	-18,3000	-18,3000	-18,5247
5	LISSABON	-11,28			-13,00	-13,00	-10,45	-10,45	-10,4500	-10,4500	-10,4500	-11,1730	-11,1730
6	CADIZ	-8,38			-9,45	-9,45	-8,10	-8,10	-8,1000	-8,1000	-8,1000	-8,2700	-8,2700
7	DUBLIN	-8,35			-9,30								
8	BREST	-6,50	-7,00	-7,00	-7,00	-6,54	-6,54	-6,54	-6,5400	-6,5400	-6,5400	-6,5400	-6,5050
9	TOLEDO	-6,22			-7,00				-5,4000	-5,4000	-5,4000	-5,4000	-5,4000
10	MADRID	-6,03		-6,00	-5,30	-6,00	-5,30	-5,30	-5,3000	-5,3000	-5,3000	-6,0545	-6,0430
11	ST. MALO	-4,20		-4,30	-4,30	-4,30		-4,30	-4,3000	-4,3000	-4,3000	-4,3000	-4,2222
12	NANTES	-3,55	-4,00	-3,45	-3,45	-3,52	-3,52	-3,52	-3,5230	-3,5230	-3,5230	-3,5845	-3,5348
13	BAYONNE	-3,48	-3,45	-3,45	-3,45	-3,49	-3,49	-3,49	-3,4845	-3,4845	-3,4845	-3,4845	-3,5006
14	LONDON	-2,30	-2,00	-2,15	-2,15	-2,18	-2,28	-2,28	-2,2515	-2,2515	-2,2515	-2,2515	-2,2515
15	GREENWICH	-2,20										-2,1730	-2,1730
16	TOULOUSE	-0,56		-1,00	-1,45	-1,40	-0,55	-0,55	-0,5500	-0,5500	-0,5500	-0,5500	-0,5347
17	BARCELONA	-0,10		-0,30	-1,00	-1,05	-1,05	-0,10	-0,0700	-0,0700	-0,0700	-0,0700	-0,0700
18	PARIS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
19	DÜNKIRCHEN	0,03			0,00	0,01	0,01	0,01	0,0045	0,0045	0,0045	0,0045	0,0223
20	NARBONNE	0,40	0,45		0,00	0,25	0,41	0,41	0,4100	0,4100	0,4100	0,4100	0,4009
21	LYON	2,30	2,45	2,45	2,45	2,35	2,25	2,25	2,2500	2,2500	2,2500	2,2500	2,2943
22	AMSTERDAM	2,34	3,30	2,30	2,30	2,30	2,20	2,20	2,3900	2,3900	2,3900	2,3900	2,3900
23	MARSEILLE	3,02	3,30	3,00	3,00	3,07	3,07	3,07	3,0700	3,0700	3,0700	3,0700	3,0208
24	KÖLN	4,37		4,45	5,00	5,00	4,45	4,45	4,4500	4,4500	4,4500	4,4500	4,4500
25	BASEL	5,16		5,45	5,45	5,45	5,15	5,15	5,1500	5,1500	5,1500	5,1500	5,1500
26	FRANKFURT	6,21			6,15	6,15	6,15	6,15	6,1500	6,1500	6,1500	6,1500	6,1500
27	AUGSBURG	8,34			8,45								
28	NÜRNBERG	8,45			10,00	8,34	8,44	8,44	8,4400	8,4400	8,4400	8,4400	8,4400
29	FLORENZ	8,55			9,30	9,30	9,00	9,00	9,0000	9,0000	8,5930	8,5930	8,5930

/Seite 2

Tab. 4-1, Seite 2

Nr.	ORTSNAME	$\lambda_{PARIS/SOLL}$ ° '	$\lambda_{PARIS/IST}$ CdT 1683 ° '	$\lambda_{PARIS/IST}$ CdT 1689 ° '	$\lambda_{PARIS/IST}$ CdT 1693 ° '	$\lambda_{PARIS/IST}$ CdT 1702 ° '	$\lambda_{PARIS/IST}$ CdT 1706 ° '	$\lambda_{PARIS/IST}$ CdT 1716 ° '	$\lambda_{PARIS/IST}$ CdT 1718 ° ' "	$\lambda_{PARIS/IST}$ CdT 1720 ° ' "	$\lambda_{PARIS/IST}$ CdT 1730 ° ' "	$\lambda_{PARIS/IST}$ CdT 1740 ° ' "	$\lambda_{PARIS/IST}$ CdT 1750 ° ' "
30	FERRARA	9,18				9,45	9,26	9,26	9,2000	9,2000	9,2000	9,2000	9,2000
31	REGENSBURG	9,47			10,00								
32	VENEDIG	10,00			10,15		10,20	10,20	10,2000	10,2000	10,2000	10,2000	9,4430
33	LEIPZIG	10,00				11,00	10,30	10,30	10,3000	10,3000	10,0000	10,0000	10,0000
34	ROM	10,10	11,45	11,00	10,30	10,30	10,20	10,20	10,2000	10,2000	10,2000	10,2000	10,2000
35	KOPENHAGEN	10,14			10,30		10,25	10,25	10,2515	10,2515	10,2515	10,2515	10,2515
36	URANIENBURG	10,32										10,3230	10,3230
37	NEAPEL	11,55				13,30	12,20	12,20	12,2000	12,2000	12,2000	12,2000	12,2000
38	PRAG	12,05			12,15								
39	WIEN	14,02			15,00	15,00	14,32	14,32	14,3200	14,3200	14,3200	14,3230	14,0230
40	DANZIG	16,21			16,45	16,45	16,45	16,45	16,1100	16,1100	16,1100	16,1100	16,1100
41	BUDAPEST	16,43			18,00								
42	KRAKAU	17,35			18,00	18,00	18,00	18,00	18,0000	18,0000	17,3000	17,3000	17,3000
43	WARSCHAU	18,40			19,15	19,15	19,15	19,15	19,1500	19,1500	18,4500	18,4500	18,4500
44	SALONIKI	20,38							20,4800	20,4800	20,4800	20,4800	20,4800
45	CANDIA, Iraklion	22,48							22,5800	22,5800	22,5800	22,5800	22,5800
46	ISTANBUL	26,37			29,30	29,30	26,33	26,33	26,3330	26,3330	26,3330	26,3330	26,3330
47	ALEXANDRIA	27,35				28,00	27,54	27,54	27,5630	27,5630	27,5630	27,5630	27,5630
48	KAIRO	28,55					29,35	29,35	29,0615	29,0615	29,0615	29,0615	29,0615
49	JERUSALEM	32,53					33,30	33,30	33,0000	34,0000	33,0000	33,0000	33,0000
50	ALEXANDRETTA	33,48							34,0000	34,0000	34,0000	34,0000	34,0000
51	ALEPPO	34,50					35,00	35,00	35,0000	35,0000	35,0000	35,0000	35,0000

Tab. 5-1: Längenwerte der Weltkarte und der Erdteilkarten im 'Atlas' von *Frederick de Wit*, nach 1670. Ausgangsmeridian: *Pico de Teneriffa*, 16°39' westlich von *Greenwich*.

NR	ORTSNAME	$\lambda_{PICO/IST}$ EUROPAKARTE	$\lambda_{PICO/IST}$ WELTKARTE	$\lambda_{PICO/IST}$ AFRIKAKARTE	$\lambda_{PICO/IST}$ AMERIKAKARTE
		° '	° '	° '	° '
1	KAP S. AUGUSTINO		346,40		346,45
2	FLORES (Azoren)		343,50		346,30
3	CORVO (Azoren)		343,50		
4	FAYAL (Azoren)		346,00		346,30
5	PICO (Azoren)		347,00		348,00
6	S. JORGE (Azoren)		347,00		347,15
7	GRACIOSA (Azoren)		347,50		349,00
8	S. MIGUEL (Azoren) E		351,30		351,30
9	STA. MARIA (Azoren) W		351,40		350,30
10	S. ANTONIO (Kap Verden)		350,15	351,45	352,00
11	S. VINCENTE (Kap Verden)		350,40	352,30	352,30
12	S. LUCIA (Kap Verden)		351,10		352,30
13	FOGO (Kap Verden)		352,00		352,30
14	S. NICOLAS (Kap Verden)		351,45	353,30	353,30
15	SANTIAGO (Kap Verden), Z		352,50		354,30
16	MAYO (Kap Verden), Z		353,45	355,10	355,20
17	BOA VISTA (Kap Verden), Z		354,00	355,45	355,45
18	FERRO (Kanaren), W		358,10	357,50	358,00
19	PALMA (Kanaren), Sta. Cruz		358,40	358,15	358,10
20	KAP VERDE		0,00	1,15	
21	TENERIFFA (Kanaren), Pico		0,00	0,00	0,00
22	GRAN CANARIA (Kan.), Z		1,30	2,00	2,00
23	FUERTA VENTURA (Kann.), Z		3,20	3,30	3,30
24	LANZAROTE (Kanaren), E		3,50	3,40	
25	LISSABON	7,50	8,00		7,50
26	SANTIAGO DE COMP.				8,20
27	GIBRALTAR	11,45	11,50	12,00	
28	MALAGA		12,50	12,45	
29	TOLEDO		14,20		
30	MADRID	13,25	14,10		
31	GRANADA			14,50	
32	NANTES		15,15		
33	LONDON	18,10	17,10		
34	BARCELONA	20,40	20,15		
35	PARIS	21,30	19,30		
36	NARBONNE		20,30		
37	LYON		22,00		
38	AMSTERDAM	24,00	22,00		
39	MARSEILLE	24,45	23,00		
40	KÖLN	26,30	23,15		
41	BASEL	27,10	24,45		
42	STRASSBURG	28,10			
43	KONSTANZ	29,10			
44	NÜRNBERG	31,15			
45	VENEDIG	33,05			
46	ROM	34,40	31,30		
47	PALERMO			35,00	

/Seite 2

Tab. 5-1, Seite 2

		$\lambda_{PICO/IST}$	$\lambda_{PICO/IST}$	$\lambda_{PICO/IST}$	$\lambda_{PICO/IST}$
NR	ORTSNAME	EUROPAKARTE	WELTKARTE	AFRIKAKARTE	AMERIKAKARTE
		° '	° '	° '	° '
48	VILLACH	34,15			
49	PRAG		31,20		
50	WIEN	36,50	34,10		
51	VILLACH	34,15			
52	PRAG		31,20		
53	WIEN	36,50	34,10		
54	DANZIG	39,30	36,00		
55	BELGRAD	42,25	38,45		
56	KORINTH	47,25		47,20	
57	SALONIKI		42,30		
58	ATHEN	48,25		48,50	
59	CANDIA (Iraklion, Kreta)	51,25		51,40	
60	EDIRNE	51,00			
61	ISTANBUL	54,20			
62	ALEXANDRIA	58,40	54,10	58,50	
63	KAIRO	60,00	56,00	60,15	
64	DAMIETTA (Pelusium)	61,30	55,30	61,35	
65	PEREKOP	59,25			
66	FAMAGUSTA	64,45		64,45	
67	TYRUS, Tyre	65,00			
68	JERUSALEM	64,30	59,10	64,25	
69	ALEXANDRETTA	67,30	61,00	67,20	
70	ANTIOCHIA (Antakya)	67,00			
71	DAMASKUS	66,15	61,10		
72	ALEPPO			68,25	

Zusatzinformationen bei den atlantischen Inseln:
E Ostrand der Insel, W Westrand der Insel, Z Zentrum der Insel

Tab. 5-2: Tabelle der Längenwerte einiger wichtiger Orte bei verschiedenen Kartographen und Astronomen zur Bestimmung von Ausgangsmeridianen von Regionalkarten

ABSCHNITT NR.	KARTOGRAPH	JAHR	FERRO ° '	LISSABON ° '	GIBRALTAR ° '	TOLEDO ° '	PARIS ° '	KÖLN ° '	NÜRNBERG ° '	SALZBURG ° '	WIEN ° '	BUDAPEST ° '	ALEXANDRIA ° '	ENDE M-MEER ° '	ANMERKUNG
	SOLL-LÄNGEN		λ_{SOLL}	λ_{SOLL}	λ_{SOLL}	λ_{SOLL}	λ_{SOLL}	λ_{SOLL}	λ_{SOLL}	λ_{SOLL}	λ_{SOLL}	λ_{SOLL}	λ_{SOLL}	λ_{SOLL}	
	ab Corvo		13,08	22,00	25,47	27,06	33,28	38,05	42,13	44,11	47,30	50,11	61,03	67,16	
	ab Boa Vista		4,50	13,42	17,29	18,48	25,10	29,47	33,55	35,53	39,12	41,53	52,45	58,58	
	ab Insulis Fortunatis		1,00	9,52	13,39	14,58	21,20	25,57	30,05	32,03	35,22	38,03	48,55	55,08	
	ab Ferro Zentrum		0,00	8,52	12,39	13,58	20,20	24,57	29,05	31,03	34,22	37,03	47,55	54,08	
	ab Palma		-0,10	8,42	12,29	13,48	20,10	24,47	28,55	30,53	34,12	36,53	47,45	53,58	
	ab Teneriffa, Pico		-1,21	7,31	11,18	12,37	18,59	23,36	27,44	29,42	33,01	35,42	46,34	52,47	
	ab Greenwich		-18,00	-9,08	-5,21	-4,02	2,20	6,57	11,05	13,03	16,22	19,03	29,55	36,08	
	ab Paris		-20,20	-11,28	-7,41	-6,22	0,00	4,37	8,45	10,43	14,02	16,43	27,35	33,48	
CORVO / FAYAL (Azoren)			λ_{IST}	λ_{IST}	λ_{IST}	λ_{IST}	λ_{IST}	λ_{IST}	λ_{IST}	λ_{IST}	λ_{IST}	λ_{IST}	λ_{IST}	λ_{IST}	
4.5.2	P. Kaerius, Weltkarte	1622	11,30	23,45	28,15	30,00	36,00	42,00			51,00		72,30	80,15	
4.5.3	H. Hond, Atlas	1623	9,30	18,42	22,57	24,31	31,29	37,38	42,24	44,57	48,33	51,25	69,51	76,26	Fayal
4.5.5	I. Janson, Atlas	1648	13,30	23,20	27,10	29,10	35,20	38,45			50,10	51,45	72,50	79,40	
SANTIAGO (Kap Verden)															
4.5.4	H. Hond, EK	1636	5,20	16,20	20,30	21,35	26,55	32,20	37,55	39,50	43,35		64,20	72,05	
BOA VISTA (Kap Verden)															
4.4.3.4	G. Mercator, Weltkarte	1569	1,30	13,10	16,40	18,20	25,20	30,30	35,10	38,00	41,45	44,00	62,30	69,30	
4.5.1.2	A. Ortelius, Atlas, Afrikak.	1570	1,30		14,30										
4.4.4	G. Mercator, Atlas	1595	1,20	13,10	16,30	18,40	25,10	30,40	35,10	38,00	42,00	44,10	63,00	69,30	
4.9.2.3	R. Hakluyt, Weltkarte	1599	5,00	14,30	16,30								54,00	60,00	

/Seite 2

Tab. 5-2, Seite 2

ABSCHNITT NR.	KARTOGRAPH	JAHR	FERRO λ_{IST} ° '	LISSABON λ_{IST} ° '	GIBRALTAR λ_{IST} ° '	TOLEDO λ_{IST} ° '	PARIS λ_{IST} ° '	KÖLN λ_{IST} ° '	NÜRNBERG λ_{IST} ° '	SALZBURG λ_{IST} ° '	WIEN λ_{IST} ° '	BUDAPEST λ_{IST} ° '	ALEXANDRIA λ_{IST} ° '	ENDE M-MEER λ_{IST} ° '	ANMERKUNG
INSULAE FORTUNATAE (ptolemäische Geographie)															
4.1.1	Cl. Ptolemäus, Codex Lat.	150	1,00	5,10	7,30	10,00	23,30	27,45			37,45	43,00	60,30	69,30	Tabelle
4.3.5	G. Frisius, Tabelle	1530	(1,00)	5,10	-	10,00	23,20	29,00	33,00	35,15	37,45	44,30	60,30	70,15	
4.3.4	P. Apianus, Tabelle	1553	1,00	4,18	7,30	9,04	17,08	23,28	28,20	31,00	35,08	47,00	60,30	70,15	
	Cl. Ptolemäus, Mercator	1584	1,00	5,10	7,30	10,00	23,30	27,40		36,00	37,45	43,00	60,40	69,30	Atlas
4.6.2	B. Varenius, Tabelle	1693	(1,00)	5,20		17,30	23,15	28,15	35,45		39,00	42,00	60,30	69,30	Toledo 2x überpr.
															Damaskus
INSULAE FORTUNATAE (Alfonsinische Tafeln)															
4.2.1	E. Radolt, Tabelle	1483	(1,00)	5,00	8,00	11,00	22,20	26,50	30,20	33,20	34,05	42,20	51,20	60,00	Damaskus
4.2.2	P. Liechtenstein, Tabelle	1518	(1,00)	5,00	8,00	11,00	22,20	26,50	30,20	33,20	34,05	42,20	51,20	60,00	Damaskus
FERRO (Kanaren)															
4.5.8	N. Sanson, Atlas	1683	0,00	10,15	12,45	15,00	23,00	27,45	32,55		39,00	42,05	60,35	70,25	Pta. Orchilla
4.9.3.2	v. Coronelli, Atlas	1692	0,00	9,55	13,50	15,15	23,40	28,10	32,50*	35,05	38,35	41,45		69,55	Pta. Orch., *Erfurt
4.7.4.3	G. Delisle,Europakarte	1700	0,00	9,40	13,25	15,00	23,30	28,30	33,10	35,10	39,00	42,05	60,45	69,55	Pta. Orchilla
4.7.4.1	G. Delisle, Hemisph. Septen.	1714	0,00	9,30	12,30	13,45	20,15				34,00	37,00	48,15	54,45	Pta. Orchilla
4.7.4.2	G. Delisle Carte d'Amerique	1722	0,00	8,40	12,22	13,30	20,00								Zentr., 20° W P.
4.7.4.3	G. Delisle, Atlas, WK, l'Afrique	1730	-0,45	9,30	12,30	14,15	20,00				32,45	35,45	49,00	55,00	Zentr., 20° W P.
4.8.2.1	J. P. à Wurzelbau, Tabelle a	1719	0,00	9,03			20,25		28,30						Pta. Orchilla
4.8.2.2	J. P. à Wurzelbau, Tabelle b	1719	0,00	11,09			22,30		31,10						Pta. Orchilla
4.8.1	J.G. Doppelmeier, Tabelle	1722	0,00	9,32			22,30		31,10		37,24		50,24	(56,24)	22°30' W P. Alep.
4.8.7	J. M. Hase, Europakarte	1737	-0,15	9,10	12,40	14,15	20,00	24,50	28,30	30,30	34,10	36,55	47,50	54,10	Zentr., 20° W P.
4.7.5	J.-B. d'Anville, Atlas	1780	0,00	8,33	12,11	13,38	20,00	24,45	28,41	30,42	34,16	36,58	47,55	54,15	Pta. Orchilla
4.8.8	F. A. Schrämbl, Atlas	1800	0,00	8,33	12,12	13,37	20,00	24,46	28,41	30,42	34,16	36,59	48,00	54,19	Pta. Orchilla

/Seite 3

Tab. 5-2, Seite 3

ABSCHNITT NR.	KARTOGRAPH	JAHR	FERRO λ_{IST} ° '	LISSABON λ_{IST} ° '	GIBRALTAR λ_{IST} ° '	TOLEDO λ_{IST} ° '	PARIS λ_{IST} ° '	KÖLN λ_{IST} ° '	NÜRNBERG λ_{IST} ° '	SALZBURG λ_{IST} ° '	WIEN λ_{IST} ° '	BUDAPEST λ_{IST} ° '	ALEXANDRIA λ_{IST} ° '	ENDE M-MEER λ_{IST} ° '	ANMERKUNG
PALMA (Kanaren)															
4.4.3.3	G. Mercator, Europakarte	22	(0,00)	11,00	14,34	16,26	23,15	28,35	33,15	36,10	39,50	42,15	60,30	67,35	durch Vergleich
4.5.1.2	A. Ortelius, Atlas, Europak.	1554/72	(0,00)	11,00	14,30	16,00	23,30	29,00	33,30	36,20	(39,00)	41,30	60,30	68,30	durch Vergleich
4.6.3	J. B. Ricciolo, Tabelle	1689	0,00	12,00	16,00	18,00	24,30	29,58	33,50	36,26	40,00		57,40	66,45	
4.6.4	H. Scherer, Tabelle	1703	(0,00)	12,00	16,00	18,00	24,30	30,00	31,19	36,20	40,00	42,36	58,25	65,54	Palma
TENERIFFA, PICO DE TEIDE (Kanaren)															
4.5.6.2	J. Blaeu, Atlas	1663	-1,33	7,40	11,59	13,45	20,00	24,54	28,28*	31,02	34,00	37,04	55,22	63,15	* Erfurt
4.5.7.1	F. De Wit, Atlas, Weltkarte	n. 1670	-1,50	8,00	11,50	14,20	19,30	23,15			34,10		54,10	61,00	
4.5.7.2	F. De Wit, Atlas, Erdteilkarten	n. 1670	-2,00	7,50	11,50		21,30	26,30	31,15		36,50		58,45	67,25	
4.8.4	Chr. Weigel, Atlas	1720	-2,15	7,30	11,40		19,15	25,10	29,10	32,30	35,05	39,00	56,55	65,30	
4.8.6	M. Seutter, Atlas	1730	-2,20	7,45	11,40	13,15	21,30	26,15	31,20	33,45	37,00	40,25	58,50	67,20	
4.8.5	J. B. Homann, Atlas	1730/41	-2,00	7,45	11,45	13,15	21,30	26,30	31,30	33,40	37,00	40,05	58,45	67,30	
PORTO SANTO (Madeira)															
4.3.1.1	M. Waldseemüller, WK	1507	2,15	5,10	8,00								60,40	69,20	
4.3.2	J. Ruysch, WK	1508	-3,15	10,30	13,30								61,00	68,00	
4.3.1.2	M. Waldseemüller, WK	1516	0,55	7,40	9,50	10,15	14,30	17,50	20,25*		25,25	27,00	40,30	45,10	* Erfurt
FUERTAVENTURA (Kanaren)															
4.4.3.2	G. Mercator, Globus	1541	-6,07	4,12	7,26	8,51	20,05	26,44	33,31		40,35	42,55	60,58	66,33	
TOLEDO															
4.1.3	J. Regiomontanus, Tabelle	1498		-4,00		0,00	13,30	17,45	21,00	24,00	24,45				
4.9.2.1	R. Hakluyt, Amerikakarte	1587	-14,00		-5,00	0,00									
4.3.6.2	G. de Jode, Atlas, Planigl.	1593	-14,45	-7,00	-4,00	0,00	12,00	19,00			29,30	38,00	50,00	58,00	
PARIS, À L'OBSERVATOIRE															
4.7.1.3	Connoissance des Temps	1693		-13,00		-7,00	0,00	5,00	10,00		15,00	18,00			
4.7.1.4	Connoissance des Temps	1702	-20,30	-13,00			0,00	5,00	8,34		15,00		28,00		

/Seite 4

Tab. 5-2, Seite 4

ABSCHNITT NR.	KARTOGRAPH	JAHR	FERRO λ_{IST} ° '	LISSABON λ_{IST} ° '	GIBRALTAR λ_{IST} ° '	TOLEDO λ_{IST} ° '	PARIS λ_{IST} ° '	KÖLN λ_{IST} ° '	NÜRNBERG λ_{IST} ° '	SALZBURG λ_{IST} ° '	WIEN λ_{IST} ° '	BUDAPEST λ_{IST} ° '	ALEXANDRIA λ_{IST} ° '	ENDE M-MEER λ_{IST} ° '	ANMERKUNG
4.7.1.5	Connoissance des Temps	1706	-20,00	-10,45			0,00	4,45	8,44		14,32		27,54	(35,00)	Aleppo
4.7.1.6	Connoissance des Temps	1716	-20,00	-10,45			0,00	4,45	8,44		14,32		27,54	(35,00)	Aleppo
4.7.1.7	Connoissance des Temps	1718	-20,00	-10,45		-5,40	0,00	4,45	8,44		14,32		27,57	34,00	
4.7.1.8	Connoissance des Temps	1720	-20,00	-10,45		-5,40	0,00	4,45	8,44		14,32		27,57	34,00	
4.7.1.9	Connoissance des Temps	1730	-20,00	-10,45		-5,40	0,00	4,45	8,44		14,32		27,57	34,00	
4.7.1.10	Connoissance des Temps	1740	-19,52	-11,18		-5,40	0,00	4,45	8,44		14,33		27,57	34,00	
4.7.1.11	Connoissance des Temps	1750	-19,54	-11,18		-5,40	0,00	4,45	8,44		14,02		27,57	34,00	
4.7.2.1	J.-D. Cassini, Tabelle	1693		-9,30			0,00				14,30		28,15	34,30	
4.7.2.2	J. Cassini, Tabelle	1723	-19,52	-10,45			0,00	4,45	8,44		14,33		27,56	34,00	
4.7.3.1	P. de la Hire, Tabelle	1701	-20,30	-13,00		-7,00	0,00	5,00	10,03		15,00	17,53	32,15	(41,30)	Aleppo
4.7.3.2	P. de la Hire, Tabelle	1727	-20,30	-13,00		-7,00	0,00	5,00	8,34		15,00		28,00		
TÜBINGEN (ptolemäische Geographie)															
4.3.3	J. Stöffler, Tabelle	1518		-24,45		-20,00	-6,45	-2,15	1,30	3,45	7,45	11,30			
NÜRNBERG (ptolemäische Geographie)															
4.1.3	J. Regiomontanus, Tabelle	1496		-25,00		-21,00	-7,30	-3,15	0,00	2,30	3,45	12,30			
URANIENBURG (Sundinsel Hven)															
4.6.1	J. Kepler, Tabelle	1627		-21,30	-17,30	-16,00	-10,00	-5,30	-1,00	1,15	4,00	7,00	27,00	34,30	

Tab. 6-1: Bestimmung des Ausgangsmeridians, Längenwerte der Regionalkarten im Atlas von *Frederick de Wit*, nach 1670. Die Titel der Regionalkarten sind gekürzt.

NR.	ORTSNAME	TITEL REGIONAL-KARTE	$\lambda_{GR/SOLL}$ ° '	$\lambda_{GR/SOLL}$ GRAD	$\lambda_{PICO/IST}$ REGIONALKARTE ° '	$\lambda_{PICO/IST}$ REGIONALKARTE GRAD
1	LISSABON	Hispania	-9,08	-9,1333	7,40	7,6667
2	SANTIAGO DE COMP.	Hispania	-8,33	-8,5500	8,12	8,2000
3	GIBRALTAR	Hispania	-5,21	-5,3500	11,30	11,5000
4	MALAGA	Hispania	-4,25	-4,4167	12,35	12,5833
5	TOLEDO	Hispania	-4,02	-4,0333	13,30	13,5000
6	MADRID	Hispania	-3,43	-3,7167	13,40	13,6667
7	BAYONNE	Hispania	-1,28	-1,4667	16,15	16,2500
8	LONDON	Gallia	-0,10	-0,1667	18,35	18,5833
9	TARRAGONA		1,15	1,2500	19,25	19,4167
10	BARCELONA	Hisp. Cat.	2,10	2,1667	20,35	20,5833
11	PARIS	Gallia	2,20	2,3333	21,30	21,5000
12	PARIS	Germania	2,20	2,3333	21,30	21,5000
13	PARIS	Isle de France	2,20	2,3333	22,31	22,5167
14	KÖLN	Leodiens. Ep.	6,57	6,9500	26,31	26,5167
15	BASEL	R.P. Helvet.	7,36	7,6000	27,18	27,3000
16	BASEL	Germania	7,36	7,6000	27,15	27,2500
17	BASEL	Gallia	7,36	7,6000	26,50	26,8333
18	ZÜRICH	R.P. Helvet.	8,33	8,5500	28,27	28,4500
19	NÜRNBERG	Franconia	11,05	11,0833	33,06	33,1000
20	VENEDIG	Dom. Vene.	12,20	12,3333	33,05	33,0833
21	ROM	Eccl.	12,30	12,5000	34,25	34,4167
22	SALZBURG	Circ. Bavaric	13,03	13,0500	33,28	33,4667
23	VILLACH	Dom. Vene.	13,51	13,8500	34,15	34,2500
24	VILLACH	Carinthia	13,51	13,8500	34,18	34,3000
25	KLAGENFURT	Germania	14,18	14,3000	34,45	34,7500
26	KLAGENFURT	Carinthia	14,18	14,3000	34,41	34,6833
27	WIEN	Circ Austr. sep.	16,22	16,3667	37,06	37,1000
28	BUDAPEST	Reg. Hung.	19,03	19,0500	40,18	40,3000
29	ISTANBUL	Persia	28,57	28,9500	53,15	53,2500

Tab. 6-2: Längenwerte der Regionalkarten im Atlas von *Joannes Janssonius*, 1648. Die Längenwerte wurden zur Bestimmung der Ausgangsmeridiane in konsistente Reihen zusammengefaßt. Die Titel der einzelnen Karten sind in Tabelle 6-3 angeführt.

NR.	ORTSNAME	KARTEN-REIHE	KARTE	KARTEN-REIHE	KARTE	KARTEN-REIHE	KARTE	KARTEN-REIHE	KARTE
		1	NR.	2	NR.	3	NR.	4	NR.
		λ_{IST} ° '		λ_{IST} ° '		λ_{IST} ° '		λ_{IST} ° '	
1	LISSABON	8,10	1			13,00	?	24,13	2
2	SANTIAGO DE COMP.							24,37	3
3	COIMBRA							24,55	2
4	BADAJOZ							26,22	4
5	CADIZ							27,20	4
6	GIBRALTAR	12,08	1					28,15	4
7	CORDOBA							29,08	4
8	BREST							27,03	5
9	MALAGA							29,17	4
10	TOLEDO							29,50	6
11	MADRID							30,16	6
12	GRANADA	14,06	7			19,10	8	30,27	4
13	NANTES			18,34	9			30,27	5
14	BAYONNE	16,20	10					30,22	11
15	LONDON							32,45	12
16	TARRAGONA							35,50	13
17	TOULOUSE			22,04	14			33,52	?
18	BARCELONA			23,32	15			36,36	13
19	PARIS	20,00	10	23,31	16				
20	NARBONNE							35,49	11
21	LYON							37,55	11
22	AMSTERDAM			26,10	17				
23	MARSEILLE	23,30	10	26,07	18				
24	KÖLN			28,33	19			40,36	20
25	BASEL			29,06	21				
	BASEL			29,16	22				
26	STRASSBURG			29,27	23				
27	ZÜRICH			30,22	21				
28	KONSTANZ			30,50	24				
	KONSTANZ			31,00	21				
	KONSTANZ			31,00	25				
29	ERFURT			33,05	26				
30	NÜRNBERG			33,07	27				
	NÜRNBERG			33,07	28				
31	FERRARA			33,56	29				
32	REGENSBURG			34,16	27				
33	VENEDIG			34,33	29				
34	ROM					36,08	30		
	ROM					36,38	31		
35	KOPENHAGEN			33,44	32			44,23	33
36	SALZBURG			35,38	34				
37	PALERMO							48,56	35
38	VILLACH			36,14	36				
39	KLAGENFURT			36,45	36				
40	PRAG			36,39	37				
41	GRAZ			38,34	38				
42	WIEN			39,12	39				

/Seite 2

Tab. 6-2, Seite 2

NR.	ORTSNAME	KARTEN-REIHE 1	KARTE NR.	KARTEN-REIHE 2	KARTE NR.	KARTEN-REIHE 3	KARTE NR.	KARTEN-REIHE 4	KARTE NR.
		λ_{IST} ° '		λ_{IST} ° '		λ_{IST} ° '		λ_{IST} ° '	
43	BRINDISI			42,15	40				
44	DANZIG							53,45	41
45	BUDAPEST			42,12	42				
46	BELGRAD			44,19	42			56,12	43
47	KORINTH			49,03	44			61,10	45
48	SALONIKI							61,08	46
49	ATHEN			50,20	44			62,22	45
50	CANDIA			52,00	47			65,22	?
51	EDIRNE			53,00	48			65,00	46
52	ISTANBUL			56,18	48			68,25	46
53	ALEXANDRIA					60,30	8		
	ALEXANDRIA					61,28	49		
54	KAIRO					62,00	8		
	KAIRO					63,15	49		
55	DAMIETTA					64,22	49		
56	FAMAGUSTA					66,06	50		
57	ASCALON					68,20	51		
58	TYRUS, Tyre					68,56	51		
59	JERUSALEM					69,02	51		
60	ALEXANDRETTA			68,00	47				
61	DAMASKUS					70,46	51		

Tab. 6-3: Titel der Regionalkarten im Atlas von *Joannes Janssonius*, 1648. Die Nummern der Karten sind in Tabelle 6-2 den entsprechenden Längenwerten in dieser Karten zugeordnet.

KARTE NR.	KARTENTITEL
1	Hispania | Nova Descriptio
2	Portugallia et Algarve
3	Gallicia
4	Andalusia | et | Granada
5	Britannia | et Normannia | ...
6	Castilia | Vetus | et Nova
7	Fessae | Regnum
8	Barbarey Tunis vnd Aegypten
9	Poic | tov
10	Nova Galliae | Tabula
11	Aquitania
12	Anglia Warwicum
13	Valencia Murcia ...
14	Langve | doc
15	Catalo: | nia
16	L'Isle de France | Parisiensis | Agri Descriptio
17	Belgii | sive | Germaniae | Inferioris
18	Provincia | La Provence
19	Coloniensis Archiepiscopatus
20	Ducatus | Juliacensis | Cliviensis
21	Nova | Helvetia | Tabula
22	Alsatia Superior | ...
23	Alsatia Inferior | ...
24	Nova | Alemaniae | sive | Sveviae | Superioris | Tabula
25	Totius | Sveviae | Novissima Tabula
26	Thuringia
27	Palatinatus | Bavariae
28	Terri: | torium | Norim: | ber: | gense
29	Dominium | Venetum | In Italia
30	Dominium | Ecclesiasticum | In Italia
31	Tabula | Italiae | ...
32	Selandia | In Dania
33	Daniae Regnum
34	Bavaria | Ducatus
35	Siciliae | Regnum
36	Saltzburg | et | Carinthiae
37	Bohemia
38	Styria
39	Austria | Archiducatus
40	Pvglia Piana | Terra di Ba: | ri Otranto rtc.
41	Lithu: | ania
42	Hvngaria
43	Sclavonia | Croatia Bosnia | ...
44	Morea | olim Pelo | ponensis
45	Macedonia | Epirus | et Achaia
46	Walachia | Servia | ...
47	Barbaria
48	Natoliae | sive | Asia | Minor
49	Teilkarte von 8
50	Cyprus
51	Terra Sancta

Tab. 6-4 Ergebnisse der Untersuchung einer Sammlung alter Regionalkarten Kärntens auf ihre Ausgangsmeridianen der Längenzählung.

KARTE	JAHR	MERIDIAN VON KLAGENFURT ° '	AUSGANGSMERIDIAN
TYP LAZIUS			
LAZIUS	1561	-	-
DE JODE	1593	-	-
METELLUS	1580	-	-
ORTELIUS	? 1592	-	-
TYP SETZNAGEL			
SETZNAGEL	1576	-	-
VRIENTIO / ORTELIUS H5	1602	-	-
QUAD (KOPIE)	1600	-	-
TURRINI / ORT. VENEDIG	1655	-	-
TYP MERCATOR			
HOND Ppppp	1627	36,38	PALMA (Kanaren)
HOND PPPPP	1627	36,38	PALMA (Kanaren)
JANSON GGGg	ca.1640	36,41	PALMA (Kanaren)
BLEAU Ccc	1627	-	---
KAERIUS (ST.VEIT)	ca.1620	36,41	PALMA (Kanaren)
JANSON MIN. Xx	1651	36,45	PALMA (Kanaren)
BERTIUS / HOND Ff5	1617	37,39	PALMA (Kanaren)
VALCK & SCHENK	NACH 1683	31,26	PALMA (Kanaren)
MÜLLER	1702	36,33	PALMA (Kanaren)
PITT	1683	31,26	PICO DE TENERIFFA (Kanaren)
TYP MERIAN			
MERIAN	1649	-	-
TROST	1688	-	-
TYP HOLZWURM-HOMANN			
HOLZWURM	1616	48,10	CORVO (Azoren)
OTTO	1650	48,11	CORVO (Azoren)
REIFFENSTUHL	1701	38,09	PALMA (Kanaren)
ZAUCHENBERG	1718	38,08	PALMA (Kanaren)
WEIGEL	1723	35,08	PICO DE TENERIFFA (Kanaren)
HOMANN	1724	38,10	PALMA (Kanaren)
SEUTTER o.Priv.	VOR 1729	38,09	PALMA (Kanaren)
SEUTTER m.Priv.	NACH 1729	38,09	PALMA (Kanaren)
LOTTER	1772	38,09	PALMA (Kanaren)
LE ROUGE	1742	38,09	PALMA (Kanaren)
JAEGER (KOPIE)	1787	31,57	FERRO, 20° W von Paris
REILLY 136	1791	31,46	FERRO, 20° W von Paris
REILLY 137	1791	31,45	FERRO, 20° W von Paris
REILLY 138	1791	31,45	FERRO, 20° W von Paris
REILLY 139	1791	-	-
ELWE	1791	32,01	FERRO, 20° W von Paris

/Seite 2

Tab. 6-4, Seite 2

KARTE	JAHR	MERIDIAN VON KLAGENFURT ° '	AUSGANGSMERIDIAN
TYP SANSON			
SANSON	1657	36,40	FERRO, 23°30' W von Paris
DE WIT	NACH 1670	34,41	PICO DE TENERIFFA (Kanaren)
VALK	NACH 1683	36,39	PICO DE TENERIFFA (Kanaren)
SANSON-JAILLOT	169?	36,39	FERRO, 23°30' W von Paris
DANCKERTS	ca.1680	34,47	PICO DE TENERIFFA (Kanaren)
SCHERER	1699	37,33	PALMA (Kanaren)
COVENS ET MORTIER	1735	-	-
OTTENS	1740	34,45	PICO DE TENERIFFA (Kanaren)
VAUGONDY ohne Privileg	VOR 1752	31,45	FERRO, 20° W von Paris
VAUGONDY mit Privileg	NACH 1752	31,45	FERRO, 20° W von Paris
FRANZ. REISEKARTE	1804	31,43	FERRO, 20° W von Paris
TYP POSTKARTEN			
IECKL	1786	32,06	FERRO, 20° W von Paris
HEYMANN	1798	32,00	FERRO, 20° W von Paris
TYP MODERNE KARTEN			
KINDERMANN	1803	32,01	FERRO, 20° W von Paris
DIEWALD	1803	31,57	FERRO, 20° W von Paris
		2,01	WIEN
STEUERBEZ. & KAT. GEMEINI	1829	-	-
STIELER	1822	31,58	FERRO, 20° W von Paris
FRIED/ARTARIA	1828	32,02	FERRO, 20° W von Paris
RENNER, PREM. LIEUTENANT	1836	31,56	FERRO, 20° W von Paris
RADEFELD	1832	31,55	FERRO, 20° W von Paris
KK MILITÄR GEOGR. INST.	1843	31,58	FERRO, 20° W von Paris
BERMANN	1850	-	-
WEIMAR	1857	31,58	FERRO, 20° W von Paris
KOZENN 1:148.000	ca.1900	31,58	FERRO, 20° W von Paris
BAYER	ca.1900	-	-
SCHULHANDK. 1:400.000	ca.1970	14,18	GREENWICH

ANHANG

Abbildungen

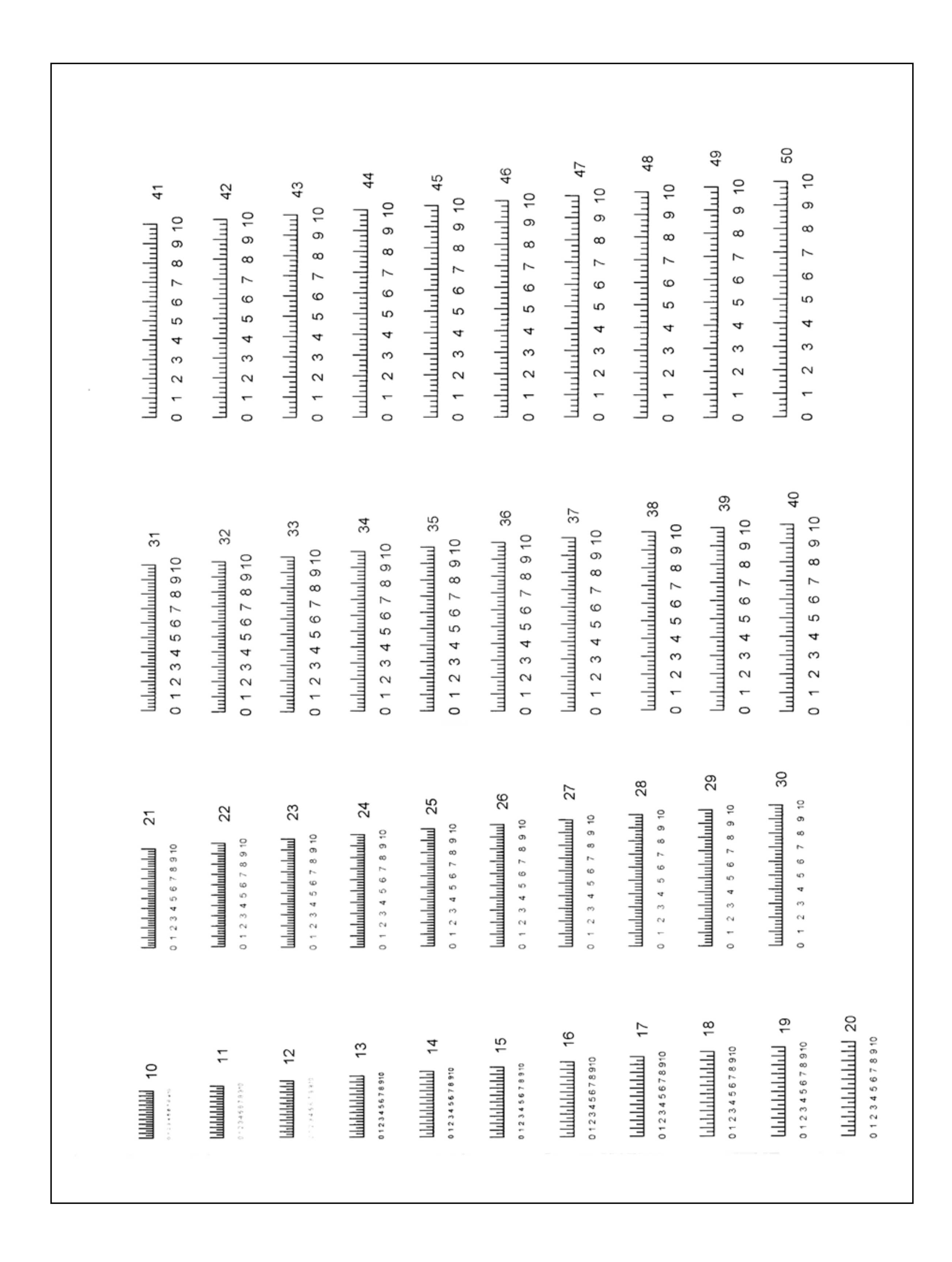


Abb. 3-1: Beispiel von auf Transparentfolie gedruckten Masßstäben zur Ausmessung der Längen- und Breitenwerte von Ortspositionen in alten Landkarten (verkleinert)

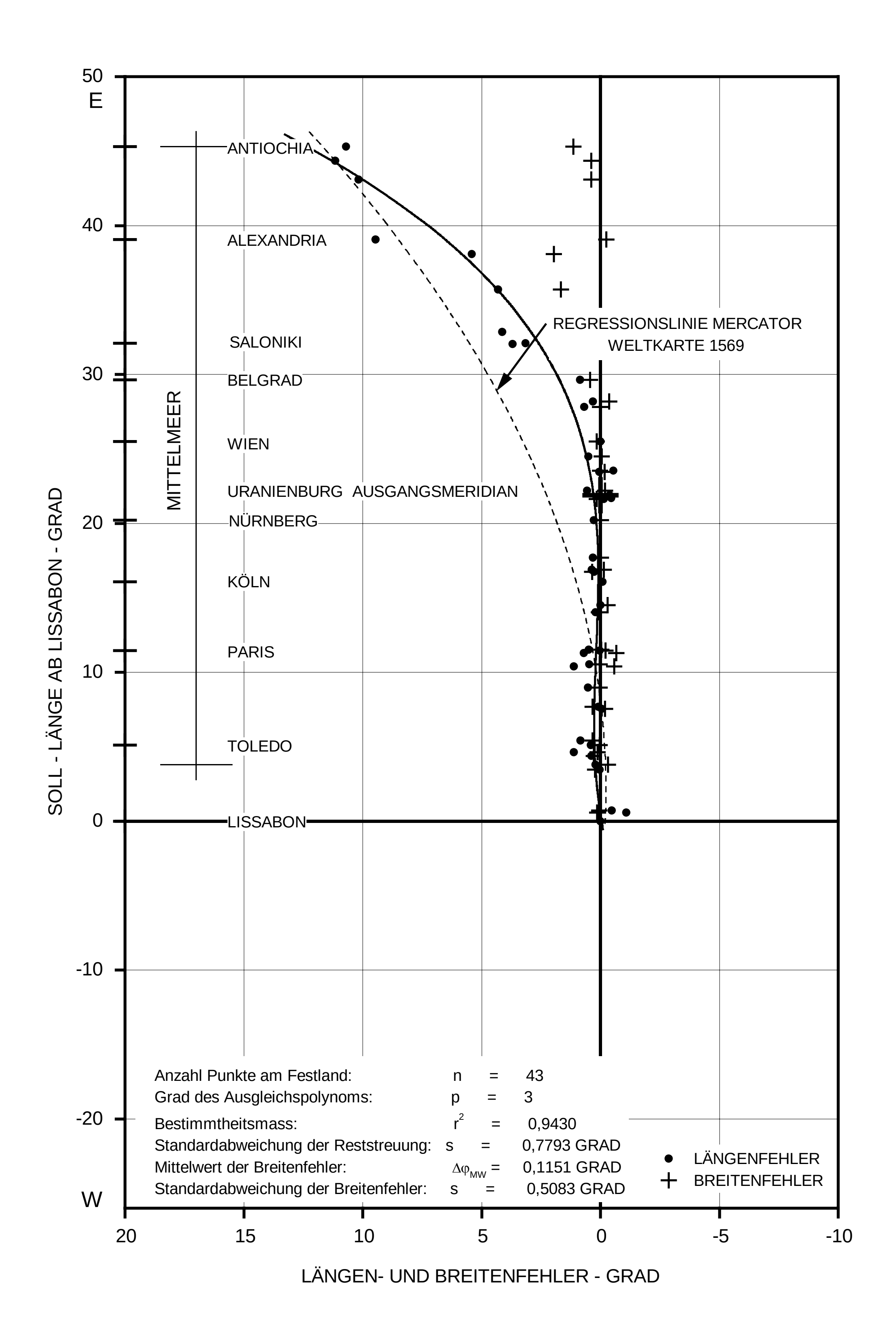


Abb. 3-2: Verlauf der Längen- und Breitenfehler der 'Tabulæ Rudolphinæ' von *Johannes Kepler*, 1627. Bezugsmeridian der Untersuchung: *Lissabon*

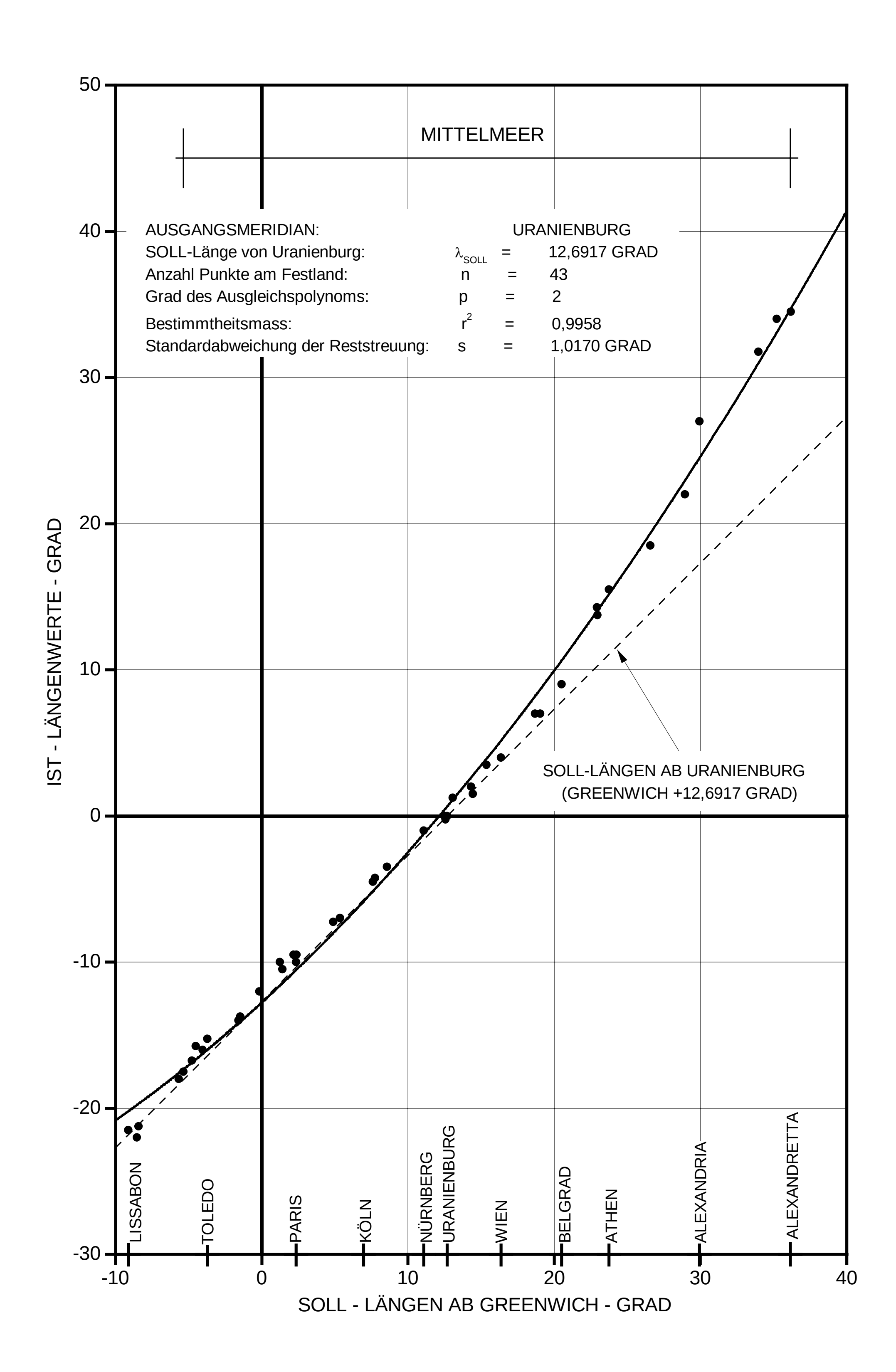


Abb. 3-3: Längenverlauf der 'Tabulæ Rudolphinæ' von *Johannes Kepler*, 1627, für den gesamten Festlandsbereich der Untersuchung. Ausgangsmeridian: *Uranienburg*

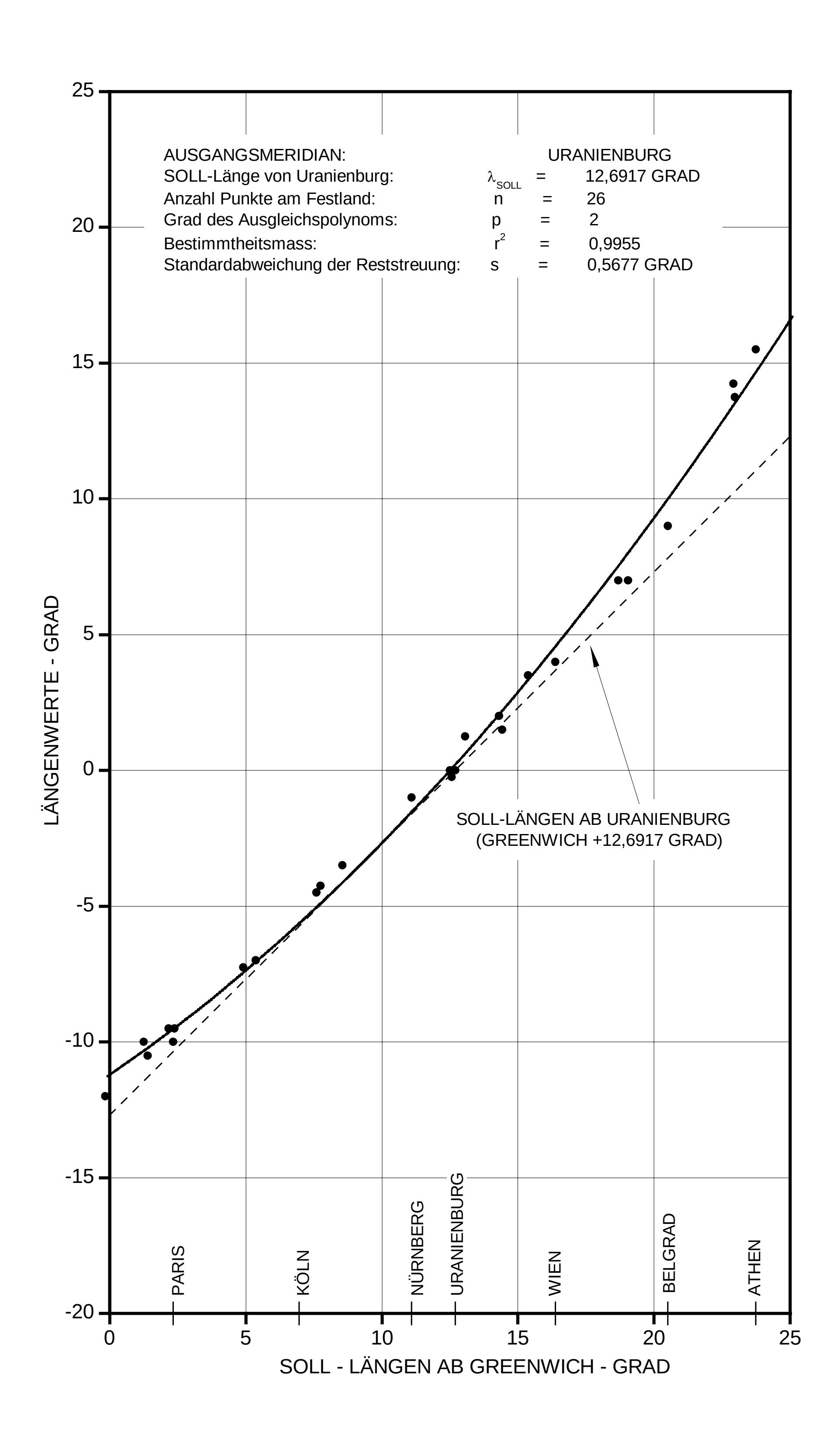


Abb. 3-4: Längenverlauf der 'Tabulæ Rudolphinæ' von *Johannes Kepler*, 1627, für den Bereich Mitteleuropa.
Ausgangsmeridian: *Uranienburg*

Lebenslauf

Name:	Gustav Forstner
Geburtsdatum:	12. 01. 1934
Geburtsort:	Graz, Österreich
Staatsbürgerschaft:	Österreich
Familienstand:	verheiratet
Kinder:	2

Schulen

1940 - 1944:	Volksschule
1944 - 1952:	Bundesrealgymnasien Klagenfurt und Villach, Abschluß: Matura
1952 - 1961:	Montanistische Hochschule Leoben, Österreich, Studium des Eisenhüttenwesens, Abschluß: Diplom-Ingenieur

Berufsweg

	GEBR. BÖHLER & CO. AG, Edelstahlwerk, Kapfenberg, Österreich
1961 – 1963:	Assistent, Abteilung für Qualitätsauswertung und Normung
1964 – 1969:	Assistent, Entwicklungsabteilung, Stahlwerk I, Stahlstrangguß
	CONCAST AG, Engineering und Verkauf von Stranggußanlagen, Zürich, Schweiz
1969 – 1971:	Abteilung Contract Engineering, Inbetriebnahme von Stranggußanlagen weltweit
1971 – 1975:	Assistent des technischen Geschäftsführers, Inbetriebnahme von Vorblock- und Brammenanlagen, Handlungsvollmacht
1975 – 1979:	Technischer Verkauf und Inbetriebnahme von Großanlagen
1980 - 1981	Prokura, Stellvertretender Chefmetallurge der Firmengruppe
	VOEST - ALPINE AG, Industrieanlagenbau, Linz, Österreich
1982 – 1983:	Project Manager in der Stranggußabteilung
	VEW, dann BÖHLER Ges.m.b.H., Edelstahlwerk, Kapfenberg, Österreich
1983 – 1985:	Abteilungsdirektor für Produktionsplanung und Koordination
1985 – 1990:	Abteilungsdirektor für Planung, Investitionen und Umweltschutz
1990 – 1991:	Abteilungsdirektor für Investitionen, Werkserhaltung, Logistik und Umweltschutz sowie externes Engineering

Pension

Seit 01. 01. 1992

Dank

Mein besonderer Dank gilt meinem Doktorvater Univ. Prof. Dr. Kurt Brunner der mich nach anfänglichen Versuchen ermutigte das umfangreiche Thema systematisch zu untersuchen und darzustellen. Im Verlaufe der Untersuchungen war seine Bereitschaft zu Diskussionen und seine Ratschläge eine große Hilfe. Herrn Univ. Prof. Dr. Albert Schödlbauer danke ich für seine Bereitschaft das zweite Gutachten zu erstellen. Ohne seine Hinweise für den astronomisch-geodätischen Teil der Arbeit wäre diese in ihrer jetzigen Form nicht möglich gewesen. Herr Dr. Dieter Beineke ist mir im Verlauf der Arbeit mit zahlreichen Ratschlägen zur Behandlung spezifischer Probleme geduldig zur Seite gestanden wofür ich auch ihm herzlich danke.

Wertvollste Unterstützung wurde mir, mit nie endender Geduld, vom Personal der Abteilung Sondersammlungen und Digitalisierung der UB-Graz, der Kartensammlung der ETH-Zürich und der Kartensamlung und des Globenmuseums der Österreichischen Nationalbibliothek in Wien zuteil wofür ich mich herzlich bedanke. Mein besonderer Dank aber gilt Herrn Gottfried Ehweiner von der Fernleihe der UB-Leoben der mich während vieler Jahre mit schwer zugänglicher Literatur der verschiedensten Fachgebiete versorgte.

Insbesondere bedanke ich mich aber bei meiner Frau die das Entstehen dieser Arbeit mit größter Geduld und viel Verständnis verfolgte.

AUSWERTUNGEN

(zu Abschnitt 4)

Auswertung der Einzeluntersuchungen, Diagramme und Tabellen der Fehler- und Längenverläufe zwischen dem Atlantik und dem Ost-Ende des Mittelmeeres

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungen von Zusatzinformationen in den Tabellen:

Atlantische Inseln:

AZ Azoren
KV Kap Verden
KA Kanaren

Lage des untersuchten Meridians:

W Westende der Insel
Z Zentrum der Insel
E Ostende der Insel

Kurzbezeichnungen von Karten:

WK Weltkarte
PL Planiglobe
EK Europakarte
AFK Afrikakarte
AMK Amerikakarte
ATL Atlantikkarte

4-1 Die Ptolemäische Geographie

4-1-1 *Claudius Ptolemäus*, Codex Valencianus Latinus, 15. Jahrhundert

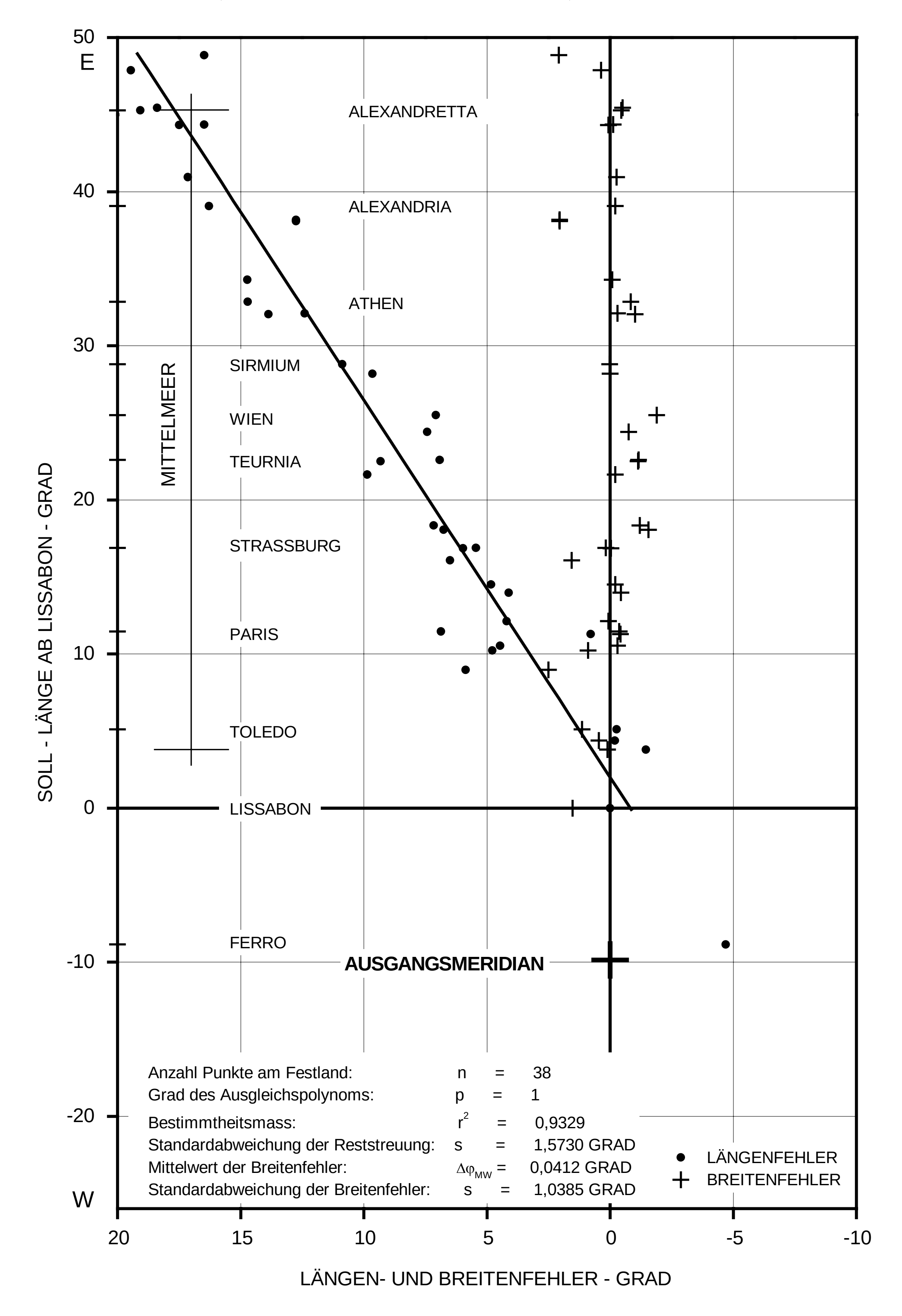


Abb. 4-1-1-a: Längen- und Breitenfehler bei *Cl. Ptolemäus*, Tabellen im 'Codex Valencianus Latinus' der UB Valencia, 15. Jahrhundert. Ausgangsmeridian: 'Meridianus Primus Ptolomaicus', 19°00' westlich von *Greenwich*, Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*

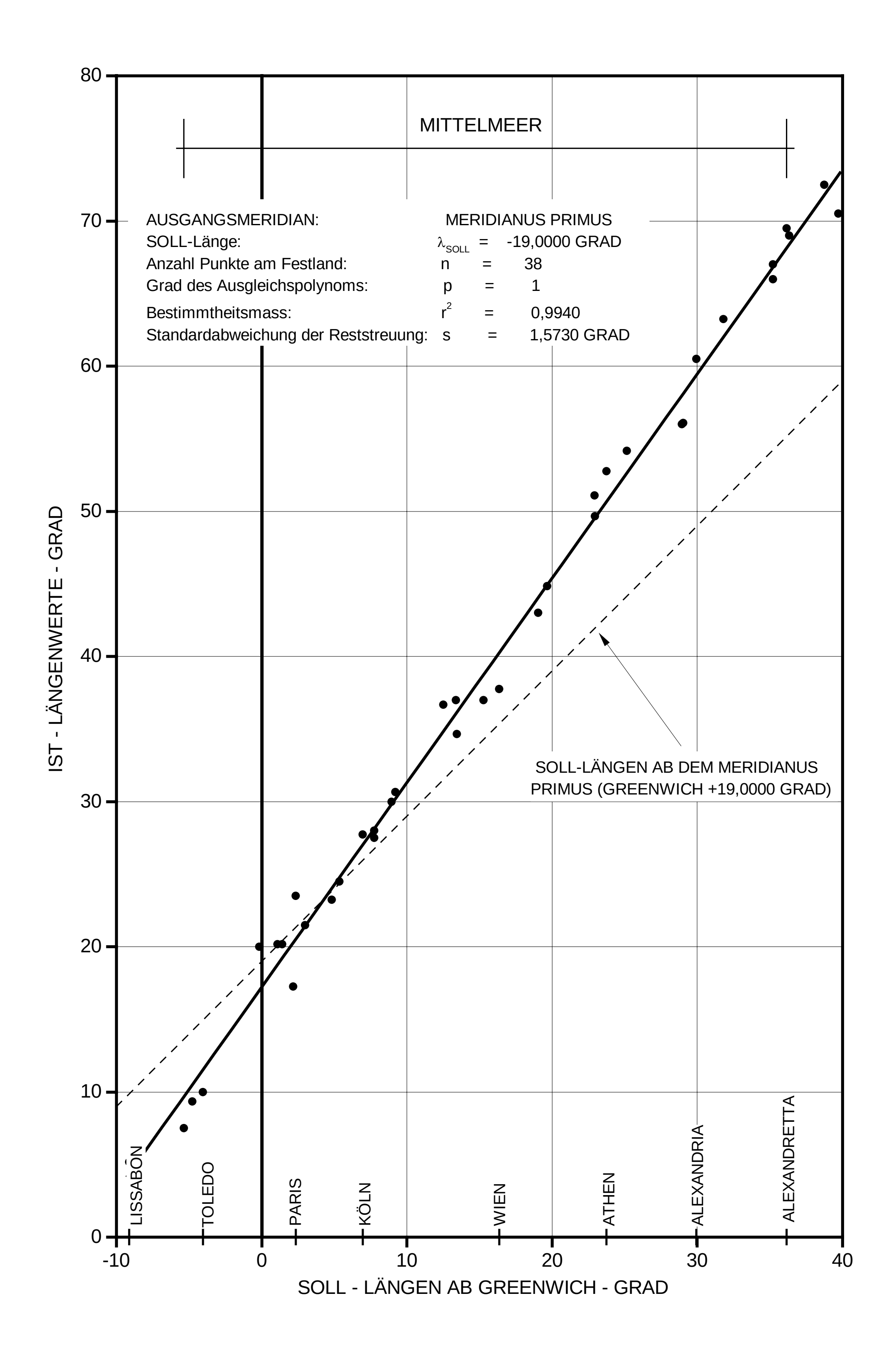


Abb. 4-1-1-b: Längenwerte in den Tabellen des 'Codex Valencianus Latinus' der UB Valencia, 15. Jahrhundert von *Cl. Ptolemäus* für den Festlandsbereich der Untersuchung. Ausgangsmeridian: 'Meridianus Primus Ptolomaicus', 19°00' westlich von *Greenwich*.

		φ_{SOLL}	$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	φ_{IST}	$\lambda_{PTOL/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\varphi$	$\Delta\lambda$
NR	ORTSNAME	SOLL	SOLL	SOLL	TABELLE	TABELLE	TABELLE	TABELLE	TABELLE
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
1	MERIDIANUS PRIMUS		-19,0000	-9,8667		0,0000	-5,1667		-4,7000
2	FERRO	27,7000	-18,0000	-8,8667		1,0000	-4,1667		-4,7000
3	LISSABON	38,7333	-9,1333	0,0000	40,2500	5,1667	0,0000	1,5167	0,0000
4	GIBRALTAR	36,1500	-5,3500	3,7833	36,2500	7,5000	2,3333	0,1000	-1,4500
5	CORDOBA	37,8833	-4,7667	4,3667	38,3333	9,3333	4,1667	0,4500	-0,2000
6	TOLEDO	39,8667	-4,0333	5,1000	41,0000	10,0000	4,8333	1,1333	-0,2667
7	LONDON	51,5000	-0,1667	8,9667	54,0000	20,0000	14,8333	2,5000	5,8667
8	ROUEN	49,4333	1,0833	10,2167	50,3333	20,1667	15,0000	0,9000	4,7833
9	TOULOUSE	43,5500	1,4000	10,5333	43,2500	20,1667	15,0000	-0,3000	4,4667
10	BARCELONA	41,4167	2,1667	11,3000	41,0000	17,2500	12,0833	-0,4167	0,7833
11	PARIS	48,8667	2,3333	11,4667	48,5000	23,5000	18,3333	-0,3667	6,8667
12	NARBONNE	43,1833	3,0000	12,1333	43,2500	21,5000	16,3333	0,0667	4,2000
13	LYON	45,7667	4,8333	13,9667	45,3333	23,2500	18,0833	-0,4333	4,1167
14	MARSEILLE	43,3000	5,3667	14,5000	43,0833	24,5000	19,3333	-0,2167	4,8333
15	KÖLN	50,9333	6,9500	16,0833	52,5000	27,7500	22,5833	1,5667	6,5000
16	AUGST	47,5333	7,7333	16,8667	47,5000	28,0000	22,8333	-0,0333	5,9667
17	STRASSBURG	48,5833	7,7500	16,8833	48,7500	27,5000	22,3333	0,1667	5,4500
18	GENUA	44,4000	8,9333	18,0667	42,8333	30,0000	24,8333	-1,5667	6,7667
19	MAILAND	45,4667	9,2000	18,3333	44,2500	30,6667	25,5000	-1,2167	7,1667
20	ROM	41,8833	12,5000	21,6333	41,6667	36,6667	31,5000	-0,2167	9,8667
21	PALERMO	38,1333	13,3833	22,5167	37,0000	37,0000	31,8333	-1,1333	9,3167
22	TEURNIA	46,8167	13,4500	22,5833	45,6667	34,6667	29,5000	-1,1500	6,9167
23	CILLI	46,2500	15,2667	24,4000	45,5000	37,0000	31,8333	-0,7500	7,4333
24	WIEN	48,2167	16,3667	25,5000	46,3333	37,7500	32,5833	-1,8833	7,0833
25	BUDAPEST	47,5000	19,0500	28,1833	47,5000	43,0000	37,8333	0,0000	9,6500
26	SIRMIUM	44,9833	19,6500	28,7833	45,0000	44,8333	39,6667	0,0167	10,8833
27	KORINTH	37,9333	22,9167	32,0500	36,9167	51,0833	45,9167	-1,0167	13,8667
28	SALONIKI	40,6333	22,9667	32,1000	40,3333	49,6667	44,5000	-0,3000	12,4000
29	ATHEN	38,0000	23,7333	32,8667	37,1667	52,7500	47,5833	-0,8333	14,7167
30	CANDIA	35,3333	25,1333	34,2667	35,2500	54,1667	49,0000	-0,0833	14,7333
31	ISTANBUL	41,0333	28,9500	38,0833	43,0833	56,0000	50,8333	2,0500	12,7500
32	CHALCEDON	41,0333	29,0333	38,1667	43,0833	56,0833	50,9167	2,0500	12,7500
33	ALEXANDRIA	31,2167	29,9167	39,0500	31,0000	60,5000	55,3333	-0,2167	16,2833
34	DAMIETTA	31,4333	31,8000	40,9333	31,1667	63,2500	58,0833	-0,2667	17,1500
35	TYRUS	33,2667	35,2000	44,3333	33,3333	67,0000	61,8333	0,0667	17,5000
36	JERUSALEM	31,7833	35,2167	44,3500	31,6667	66,0000	60,8333	-0,1167	16,4833
37	ALEXANDRETTA	36,6167	36,1333	45,2667	36,1667	69,5000	64,3333	-0,4500	19,0667
38	DAMASKUS	33,5000	36,3167	45,4500	33,0000	69,0000	63,8333	-0,5000	18,3833
39	EDESSA	37,1333	38,7500	47,8833	37,5000	72,5000	67,3333	0,3667	19,4500
40	TRAPEZUNT	41,0000	39,7167	48,8500	43,0833	70,5000	65,3333	2,0833	16,4833

Tab. 4-1-1: Längen- und Breitenfehler in den Tabellen des 'Codex Valencianus Latinus' der UB Valencia, 15. Jahrhundert von *Cl. Ptolemäus*. Ausgangsmeridian: 'Meridianus Primus Ptolomaicus', 19°00' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

4-1-3 *Johannes Regiomontanus,* Tabellen 1496 und 1498

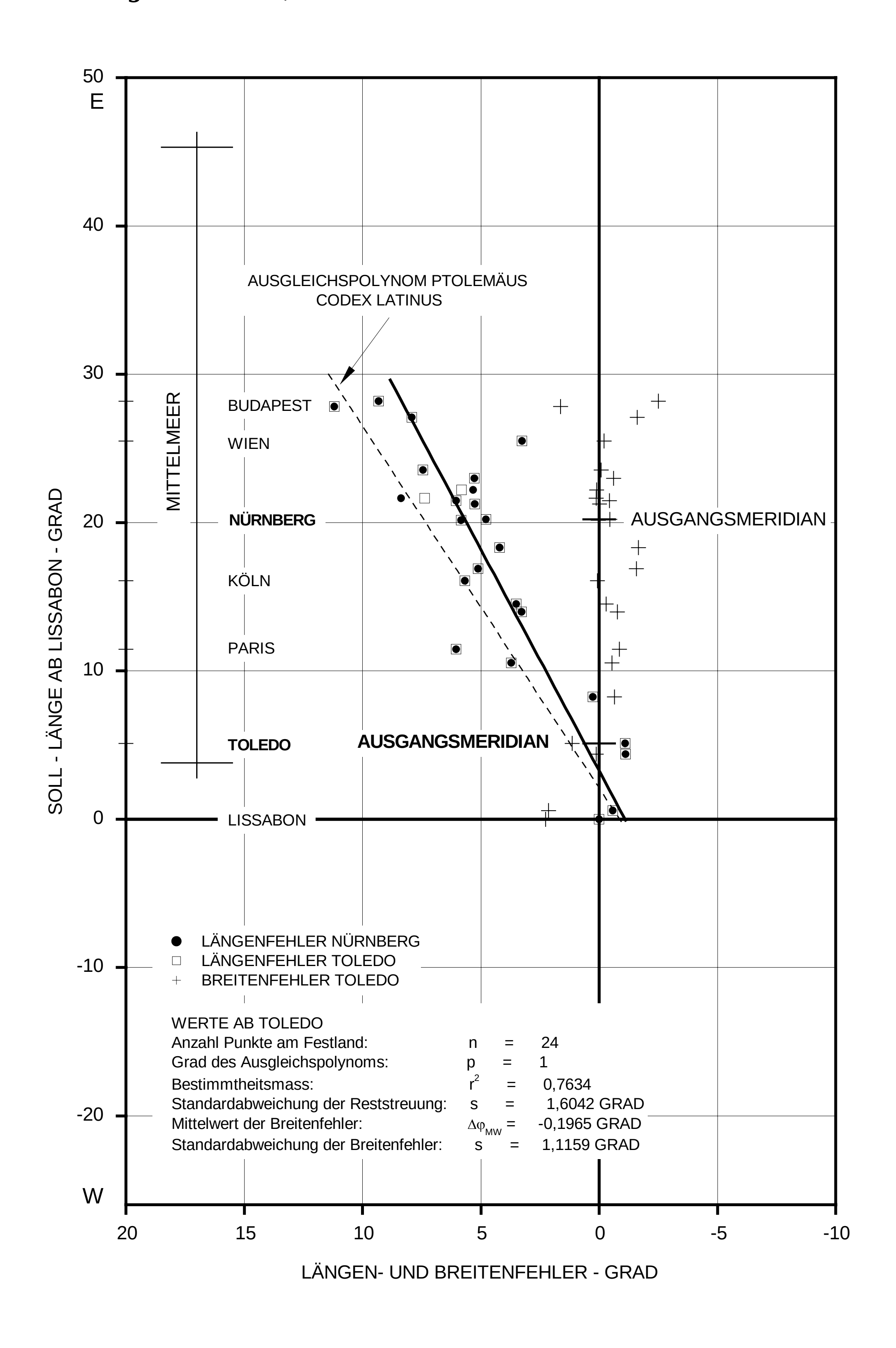


Abb. 4-1-3-a: Längen- und Breitenfehler der ‹Tabula regionum› in den Ephemeriden des 'Kalendarium Magistri Joannis de Monteregio', 1496, und der Tafeln Venedig, 1498. Ausgangsmeridiane: *Nürnberg*, 11°05' östlich von *Greenwich* und *Toledo* 4°02' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

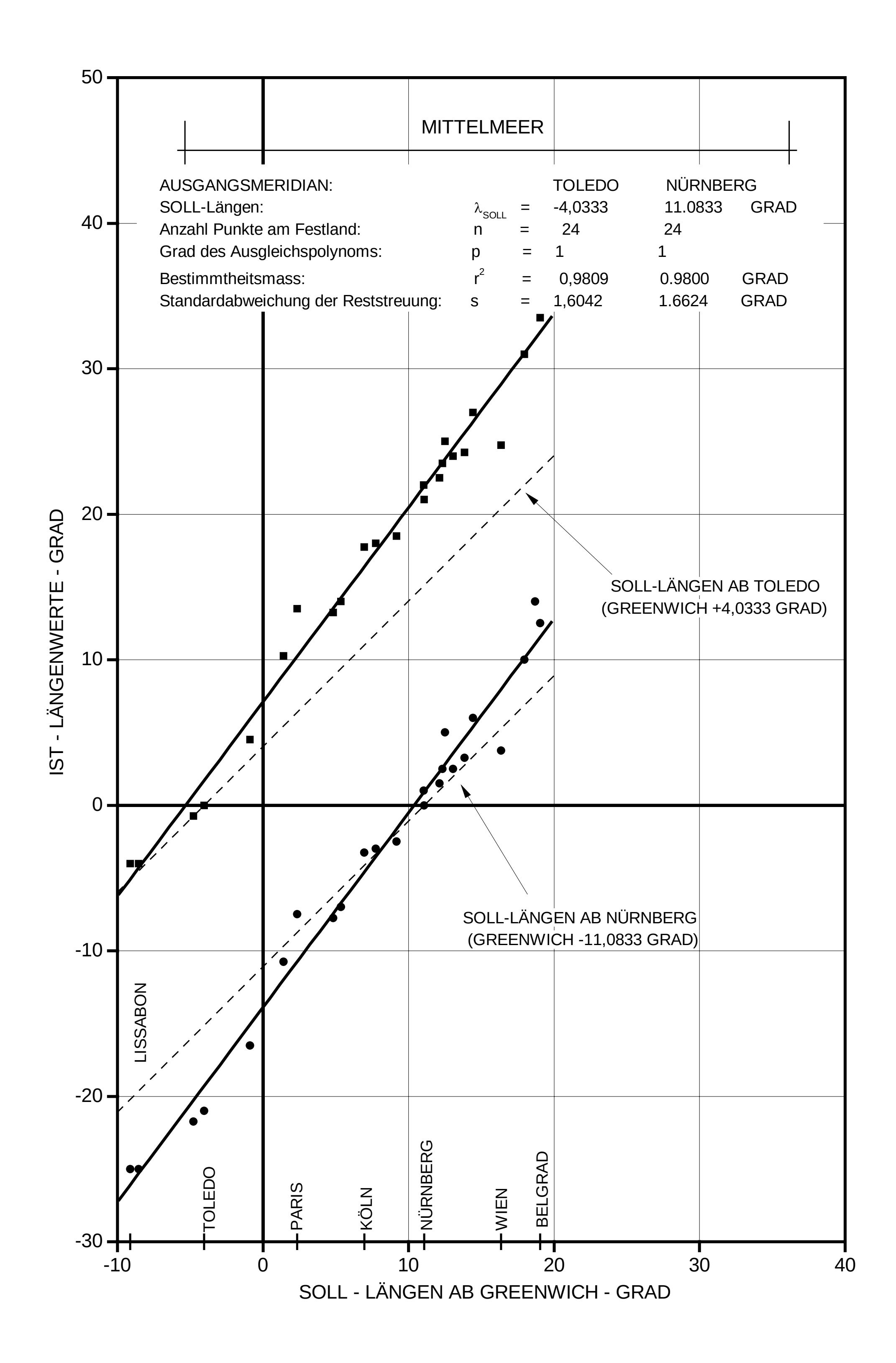


Abb. 4-1-3-b: Längenwerte der ‹Tabula regionum› in den Ephemeriden des 'Kalendarium Magistri Joannis de Monteregio', 1496, und der Tafeln Venedig, 1498, für den Festlandsbereich der Untersuchung. Ausgangsmeridiane: *Nürnberg*, 11°05' östlich von *Greenwich* und *Toledo* 4°02' westlich von *Greenwich*. Die Längenunterschiede sind in beiden Tabellen in h und min angegeben.

NR	ORTSNAME	φ_{SOLL} SOLL GRAD	$\lambda_{GR/SOLL}$ SOLL GRAD	$\lambda_{LIS/SOLL}$ SOLL GRAD	φ_{IST} TABELLE GRAD	$\lambda_{TOLEDO/IST}$ TABELLE GRAD	$\lambda_{LIS/IST}$ TABELLE GRAD	$\Delta\varphi$ TABELLE GRAD	$\Delta\lambda$ TABELLE GRAD
1	LISSABON	38,7333	-9,1333	0,0000	41,0000	-4,0000	0,0000	2,2667	0,0000
2	SANTIAGO DE COMP.	42,8667	-8,5500	0,5833	45,0000	-4,0000	0,0000	2,1333	-0,5833
3	CORDOBA	37,8833	-4,7667	4,3667	38,0000	-0,7500	3,2500	0,1167	-1,1167
4	TOLEDO	39,8667	-4,0333	5,1000	41,0000	0,0000	4,0000	1,1333	-1,1000
5	SARAGOSSA	41,6500	-0,9000	8,2333	41,0000	4,5000	8,5000	-0,6500	0,2667
6	TOULOUSE	43,5500	1,4000	10,5333	43,0000	10,2500	14,2500	-0,5500	3,7167
7	PARIS	48,8667	2,3333	11,4667	48,0000	13,5000	17,5000	-0,8667	6,0333
8	LYON	45,7667	4,8333	13,9667	45,0000	13,2500	17,2500	-0,7667	3,2833
9	MARSEILLE	43,3000	5,3667	14,5000	43,0000	14,0000	18,0000	-0,3000	3,5000
10	KÖLN	50,9333	6,9500	16,0833	51,0000	17,7500	21,7500	0,0667	5,6667
11	STRASSBURG	48,5833	7,7500	16,8833	47,0000	18,0000	22,0000	-1,5833	5,1167
12	KONSTANZ	47,6667	9,1667	18,3000	46,0000	18,5000	22,5000	-1,6667	4,2000
13	ERFURT	50,9667	11,0333	20,1667	51,0000	22,0000	26,0000	0,0333	5,8333
14	NÜRNBERG	49,4500	11,0833	20,2167	49,0000	21,0000	25,0000	-0,4500	4,7833
15	REGENSBURG	49,0167	12,1167	21,2500	49,0000	22,5000	26,5000	-0,0167	5,2500
16	VENEDIG	45,4333	12,3333	21,4667	45,0000	23,5000	27,5000	-0,4333	6,0333
17	ROM	41,8833	12,5000	21,6333	42,0000	25,0000	29,0000	0,1167	7,3667
18	SALZBURG	47,9000	13,0500	22,1833	48,0000	24,0000	28,0000	0,1000	5,8167
19	VILLACH	46,6167	13,8500	22,9833	46,0000	24,2500	28,2500	-0,6167	5,2667
20	PRAG	50,0833	14,4167	23,5500	50,0000	27,0000	31,0000	-0,0833	7,4500
21	WIEN	48,2167	16,3667	25,5000	48,0000	24,7500	28,7500	-0,2167	3,2500
22	BRINDISI	40,6167	17,9500	27,0833	39,0000	31,0000	35,0000	-1,6167	7,9167
23	DANZIG	54,3667	18,6833	27,8167	56,0000	35,0000	39,0000	1,6333	11,1833
24	BUDAPEST	47,5000	19,0500	28,1833	45,0000	33,5000	37,5000	-2,5000	9,3167

Tab. 4-1-3-a: Längen- und Breitenfehler der geographischen Tafeln *Venedig*, 1498 von *Johannes Regiomontanus*. Ausgangsmeridian: *Toledo* 4°02' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*. Die Längenunterschiede zu *Toledo* sind in h und min angegeben.

		φ_{SOLL}	$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	φ_{IST}	$\lambda_{Nürnbg./IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\varphi$	$\Delta\lambda$
NR	ORTSNAME	SOLL	SOLL	SOLL	TABELLE	TABELLE	TABELLE	TABELLE	TABELLE
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
1	LISSABON		-9,1333	0,0000		-25,0000	0,0000		0,0000
2	SANTIAGO DE COMP.		-8,5500	0,5833		-25,0000	0,0000		-0,5833
3	CORDOBA		-4,7667	4,3667		-21,7500	3,2500		-1,1167
4	TOLEDO		-4,0333	5,1000		-21,0000	4,0000		-1,1000
5	SARAGOSSA		-0,9000	8,2333		-16,5000	8,5000		0,2667
6	TOULOUSE		1,4000	10,5333		-10,7500	14,2500		3,7167
7	PARIS		2,3333	11,4667		-7,5000	17,5000		6,0333
8	LYON		4,8333	13,9667		-7,7500	17,2500		3,2833
9	MARSEILLE		5,3667	14,5000		-7,0000	18,0000		3,5000
10	KÖLN		6,9500	16,0833		-3,2500	21,7500		5,6667
11	STRASSBURG		7,7500	16,8833		-3,0000	22,0000		5,1167
12	KONSTANZ		9,1667	18,3000		-2,5000	22,5000		4,2000
13	ERFURT		11,0333	20,1667		1,0000	26,0000		5,8333
14	NÜRNBERG		11,0833	20,2167		0,0000	25,0000		4,7833
15	REGENSBURG		12,1167	21,2500		1,5000	26,5000		5,2500
16	VENEDIG		12,3333	21,4667		2,5000	27,5000		6,0333
17	ROM		12,5000	21,6333		5,0000	30,0000		8,3667
18	SALZBURG		13,0500	22,1833		2,5000	27,5000		5,3167
19	VILLACH		13,8500	22,9833		3,2500	28,2500		5,2667
20	PRAG		14,4167	23,5500		6,0000	31,0000		7,4500
21	WIEN		16,3667	25,5000		3,7500	28,7500		3,2500
22	BRINDISI		17,9500	27,0833		10,0000	35,0000		7,9167
23	DANZIG		18,6833	27,8167		14,0000	39,0000		11,1833
24	BUDAPEST		19,0500	28,1833		12,5000	37,5000		9,3167

Tab. 4-1-3-b: Längenfehler der geographischen Tafeln in den Ephemeriden des 'Kalendarium Magistri Joannis de Monteregio', 1496. Ausgangsmeridian: *Nürnberg*, 11°05' östlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*. Längenunterschiede zu *Nürnberg* sind in h und min angegeben.

4-2 Die Alfonsinischen Tafeln

4-2-1 <Tabulæ Alfonsinæ>, Tabelle von *Erhard Radolt,* 1483

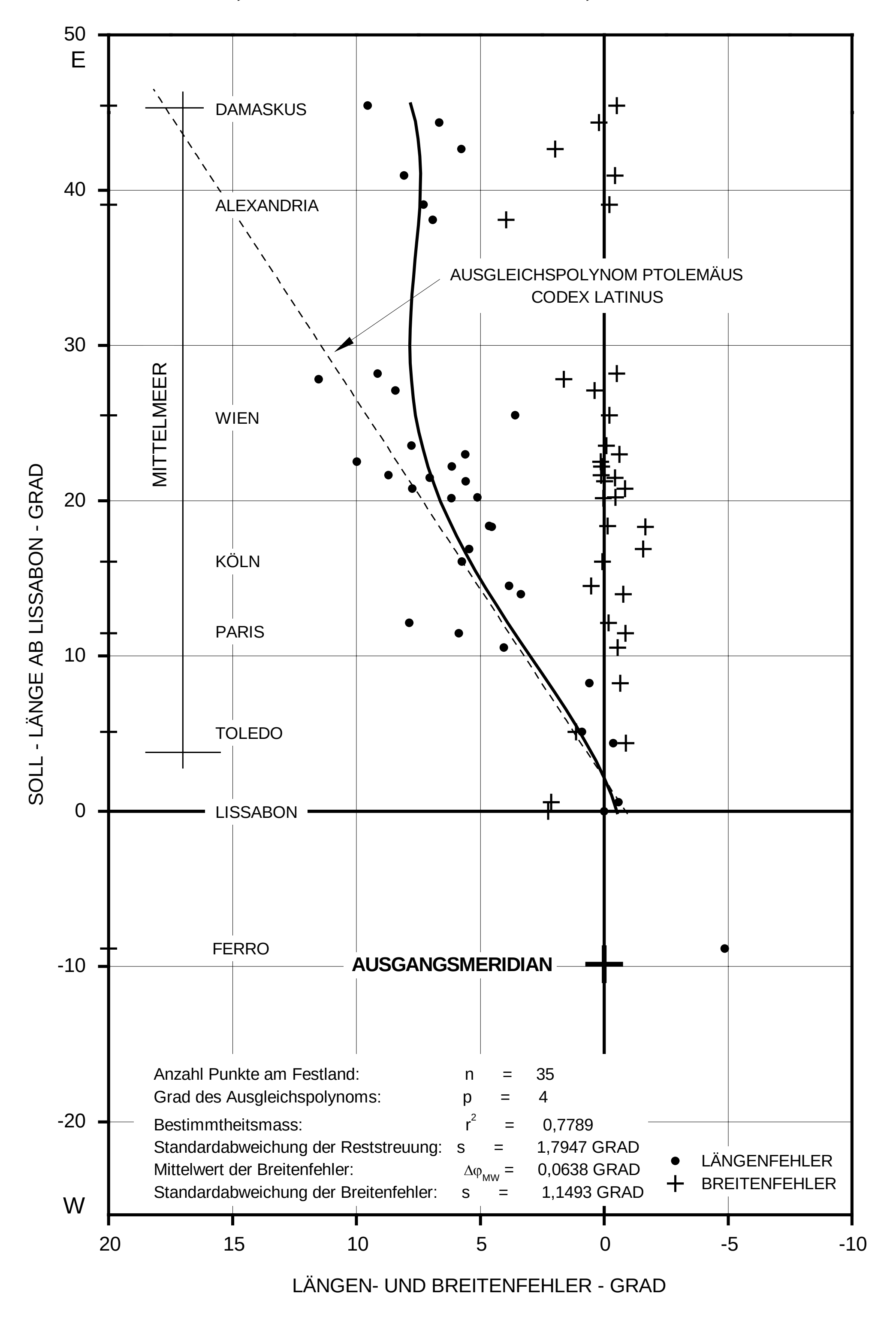


Abb. 4-2-1-a: Längen- und Breitenfehler der ‹Tabula latitudinis et longitudinis civitatum ab occidente habitato anno salutis 1483›. Hrsg. *Erhard Radolt*, Ausgangsmeridian: 'a loco extremo habitationis extremae in occidente', 19° westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

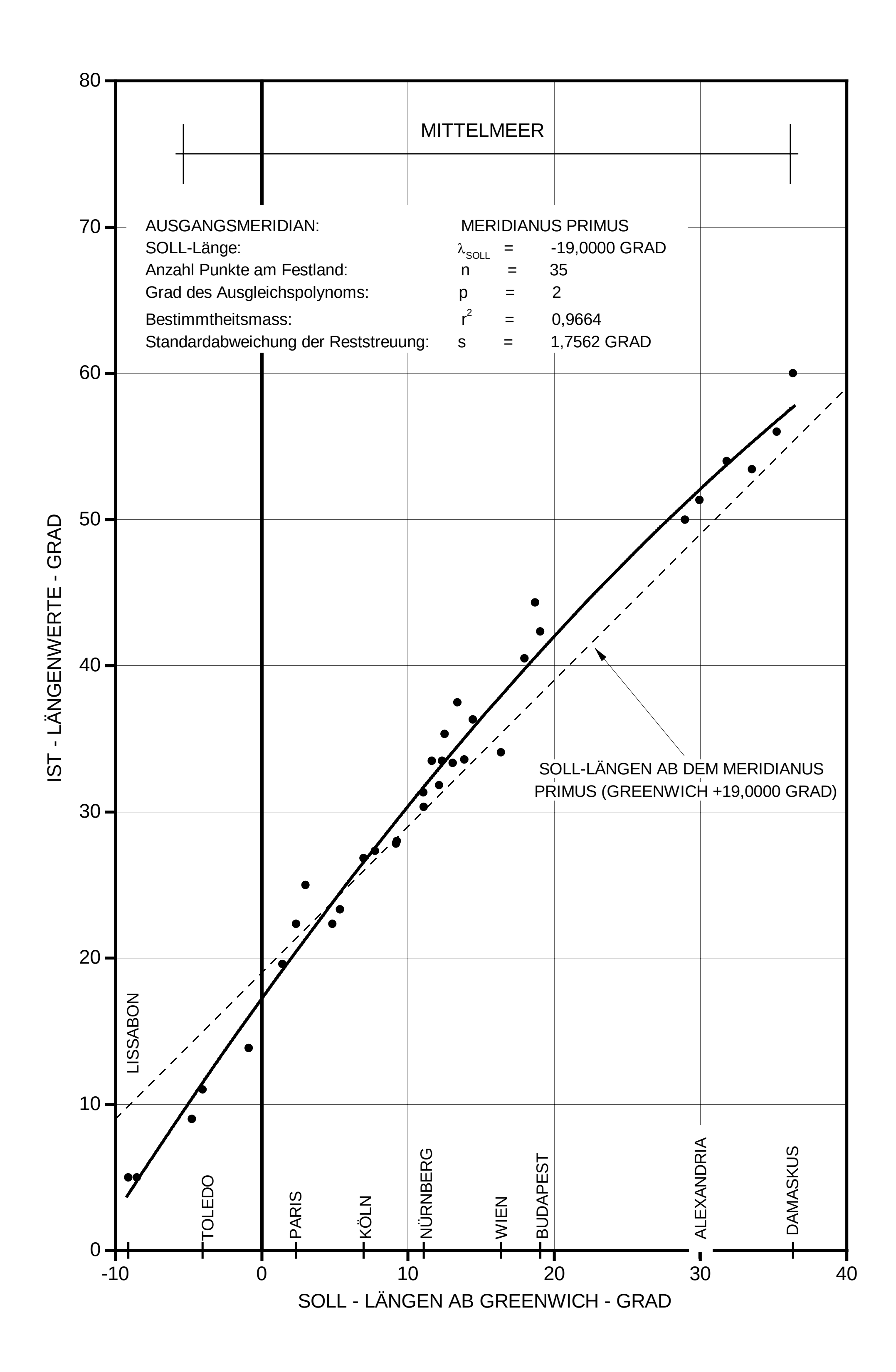


Abb. 4-2-1-b: Längenwerte der ‹Tabula latitudinis et longitudinis civitatum ab occidente habitato anno salutis 1483›. Hrsg. *Erhard Radolt*, für den Festlandsbereich der Untersuchung. Ausgangsmeridian: 'a loco extremo habitationis extremae in occidente', 19° westlich von *Greenwich*.

		φ_{SOLL}	$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	φ_{IST}	$\lambda_{PTOL/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\varphi$	$\Delta\lambda$
NR	ORTSNAME	SOLL	SOLL	SOLL	TABELLE	TABELLE	TABELLE	TABELLE	TABELLE
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
1	AB OCCIDENTE HABIT.	27,7000	-19,0000	-9,8667		0,0000	-5,0000		-4,8667
2	LISSABON	38,7333	-9,1333	0,0000	41,0000	5,0000	0,0000	2,2667	0,0000
3	SANTIAGO DE COMP.	42,8667	-8,5500	0,5833	45,0000	5,0000	0,0000	2,1333	-0,5833
4	CEUTA	35,8833	-5,3167	3,8167	35,0000	8,0000	3,0000	-0,8833	-0,8167
5	CORDOBA	37,8833	-4,7667	4,3667	37,0000	9,0000	4,0000	-0,8833	-0,3667
6	TOLEDO	39,8667	-4,0333	5,1000	41,0000	11,0000	6,0000	1,1333	0,9000
7	SARAGOSSA	41,6500	-0,9000	8,2333	41,0000	13,8333	8,8333	-0,6500	0,6000
8	TOULOUSE	43,5500	1,4000	10,5333	43,0000	19,5833	14,5833	-0,5500	4,0500
9	PARIS	48,8667	2,3333	11,4667	48,0000	22,3333	17,3333	-0,8667	5,8667
10	NARBONNE	43,1833	3,0000	12,1333	43,0000	25,0000	20,0000	-0,1833	7,8667
11	LYON	45,7667	4,8333	13,9667	45,0000	22,3333	17,3333	-0,7667	3,3667
12	MARSEILLE	43,3000	5,3667	14,5000	43,8333	23,3333	18,3333	0,5333	3,8333
13	KÖLN	50,9333	6,9500	16,0833	51,0000	26,8333	21,8333	0,0667	5,7500
14	STRASSBURG	48,5833	7,7500	16,8833	47,0000	27,3333	22,3333	-1,5833	5,4500
15	KONSTANZ	47,6667	9,1667	18,3000	46,0000	27,8333	22,8333	-1,6667	4,5333
16	HEILBRONN	49,1333	9,2333	18,3667	49,0000	28,0000	23,0000	-0,1333	4,6333
17	ERFURT	50,9667	11,0333	20,1667	51,0000	31,3333	26,3333	0,0333	6,1667
18	NÜRNBERG	49,4500	11,0833	20,2167	49,0000	30,3333	25,3333	-0,4500	5,1167
19	FERRARA	44,8333	11,6333	20,7667	44,0000	33,5000	28,5000	-0,8333	7,7333
20	REGENSBURG	49,0167	12,1167	21,2500	49,0000	31,8333	26,8333	-0,0167	5,5833
21	VENEDIG	45,4333	12,3333	21,4667	45,0000	33,5000	28,5000	-0,4333	7,0333
22	ROM	41,8833	12,5000	21,6333	42,0000	35,3333	30,3333	0,1167	8,7000
23	SALZBURG	47,9000	13,0500	22,1833	48,0000	33,3333	28,3333	0,1000	6,1500
24	PALERMO	38,1333	13,3833	22,5167	38,2667	37,5000	32,5000	0,1333	9,9833
25	VILLACH	46,6167	13,8500	22,9833	46,0000	33,5833	28,5833	-0,6167	5,6000
26	PRAG	50,0833	14,4167	23,5500	50,0000	36,3333	31,3333	-0,0833	7,7833
27	WIEN	48,2167	16,3667	25,5000	48,0000	34,0833	29,0833	-0,2167	3,5833
28	BRINDISI	40,6167	17,9500	27,0833	41,0000	40,5000	35,5000	0,3833	8,4167
29	DANZIG	54,3667	18,6833	27,8167	56,0000	44,3333	39,3333	1,6333	11,5167
30	BUDAPEST	47,5000	19,0500	28,1833	47,0000	42,3333	37,3333	-0,5000	9,1500
31	ISTANBUL	41,0333	28,9500	38,0833	45,0000	50,0000	45,0000	3,9667	6,9167
32	ALEXANDRIA	31,2167	29,9167	39,0500	31,0000	51,3333	46,3333	-0,2167	7,2833
33	DAMIETTA	31,4333	31,8000	40,9333	31,0000	54,0000	49,0000	-0,4333	8,0667
34	SEVASTOPOL	44,6000	33,5167	42,6500	46,5833	53,4167	48,4167	1,9833	5,7667
35	JERUSALEM	31,7833	35,2167	44,3500	32,0000	56,0000	51,0000	0,2167	6,6500
36	DAMASKUS	33,5000	36,3167	45,4500	33,0000	60,0000	55,0000	-0,5000	9,5500

Tab. 4-2-1: Längen- und Breitenfehler der ‹Tabula latitudinis et longitudinis civitatum ab occidente habitato anno salutis 1483›. Hrsg. *Erhard Radolt*. Ausgangsmeridian: 'a loco extremo habitationis extremae in occidente', 19° westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

4-2-2 Tabulæ Alfonsinæ, Tabelle von *Peter Liechtenstein*, 1518

		φ_{SOLL}	$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	φ_{IST}	$\lambda_{PTOL/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\ \varphi$	$\Delta\ \lambda$
NR	ORTSNAME	SOLL	SOLL	SOLL	TABELLE	TABELLE	TABELLE	TABELLE	TABELLE
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
1	AB OCCIDENTE HABIT.	27,7000	-19,0000	-9,8667		0,0000	-5,0000		-4,8667
2	LISSABON	38,7333	-9,1333	0,0000	41,0000	5,0000	0,0000	2,2667	0,0000
3	SANTIAGO DE COMP.	42,8667	-8,5500	0,5833	45,0000	5,0000	0,0000	2,1333	-0,5833
4	CEUTA	35,8833	-5,3167	3,8167	35,0000	8,0000	3,0000	-0,8833	-0,8167
5	CORDOBA	37,8833	-4,7667	4,3667	37,0000	9,0000	4,0000	-0,8833	-0,3667
6	TOLEDO	39,8667	-4,0333	5,1000	41,0000	11,0000	6,0000	1,1333	0,9000
7	TOULOUSE	43,5500	1,4000	10,5333	43,0000	19,5833	14,5833	-0,5500	4,0500
8	PARIS	48,8667	2,3333	11,4667	48,0000	22,3333	17,3333	-0,8667	5,8667
9	NARBONNE	43,1833	3,0000	12,1333	43,0000	25,0000	20,0000	-0,1833	7,8667
10	MARSEILLE	43,3000	5,3667	14,5000	43,8333	23,3333	18,3333	0,5333	3,8333
11	KÖLN	50,9333	6,9500	16,0833	51,0000	26,8333	21,8333	0,0667	5,7500
12	STRASSBURG	48,5833	7,7500	16,8833	47,0000	27,3333	22,3333	-1,5833	5,4500
13	HEILBRONN	49,1333	9,2333	18,3667	49,0000	28,0000	23,0000	-0,1333	4,6333
14	ERFURT	50,9667	11,0333	20,1667	51,0000	31,3333	26,3333	0,0333	6,1667
15	NÜRNBERG	49,4500	11,0833	20,2167	49,0000	30,3333	25,3333	-0,4500	5,1167
16	FERRARA	44,8333	11,6333	20,7667	44,0000	33,5000	28,5000	-0,8333	7,7333
17	REGENSBURG	49,0167	12,1167	21,2500	49,0000	31,8333	26,8333	-0,0167	5,5833
18	VENEDIG	45,4333	12,3333	21,4667	45,0000	33,5000	28,5000	-0,4333	7,0333
19	ROM	41,8833	12,5000	21,6333	42,0000	35,3333	30,3333	0,1167	8,7000
20	SALZBURG	47,9000	13,0500	22,1833	48,0000	33,3333	28,3333	0,1000	6,1500
21	PALERMO	38,1333	13,3833	22,5167	38,2667	37,5000	32,5000	0,1333	9,9833
22	VILLACH	46,6167	13,8500	22,9833	46,0000	33,5833	28,5833	-0,6167	5,6000
23	PRAG	50,0833	14,4167	23,5500	50,0000	36,3333	31,3333	-0,0833	7,7833
24	WIEN	48,2167	16,3667	25,5000	48,0000	34,0833	29,0833	-0,2167	3,5833
25	BRINDISI	40,6167	17,9500	27,0833	41,0000	40,5000	35,5000	0,3833	8,4167
26	DANZIG	54,3667	18,6833	27,8167	56,0000	44,3333	39,3333	1,6333	11,5167
27	BUDAPEST	47,5000	19,0500	28,1833	47,0000	42,3333	37,3333	-0,5000	9,1500
28	ISTANBUL	41,0333	28,9500	38,0833	45,0000	50,0000	45,0000	3,9667	6,9167
29	ALEXANDRIA	31,2167	29,9167	39,0500	31,0000	51,3333	46,3333	-0,2167	7,2833
30	DAMIETTA	31,4333	31,8000	40,9333	31,0000	54,0000	49,0000	-0,4333	8,0667
31	SEVASTOPOL	44,6000	33,5167	42,6500	46,5833	53,4167	48,4167	1,9833	5,7667
32	JERUSALEM	31,7833	35,2167	44,3500	32,0000	56,0000	51,0000	0,2167	6,6500
33	DAMASKUS	33,5000	36,3167	45,4500	33,0000	60,0000	55,0000	-0,5000	9,5500

Tab. 4-2-2: Längen- und Breitenfehler der ‹Tabula Longitudinis et latitudinis ciuitatum ab occidente habitato›. in den 'Tabulæ Astronomicæ Diui Alfonsi | Regis Romanorum et Castelle:'. Hrsg. *Peter Liechtenstein*, 1518. Ausgangsmeridian: 'ab occidente habitato', 19° westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

4-3 Erste Korrekturen am Ptolemäischen System

4-3-1 *Martin Waldseemüller*, Weltkarten 1507 und 1516

4-3-1-1 Martin Waldseemüller, Weltkarte, 1507

		φ_{SOLL}	$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	φ_{IST}	$\lambda_{PORTO/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\ \varphi$	$\Delta\ \lambda$
NR	ORTSNAME	SOLL	SOLL	SOLL		WK	WK		WK
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
1	KAP S. AUGUSTINO		-34,8333	-25,7000		345,0000	-20,1667		-5,5333
2	SANTA MARIA AZ		-25,2000	-16,0667		357,5000	-7,6667		-8,4000
3	S. MIGUEL AZ		-25,1667	-16,0333		358,0000	-7,1667		-8,8667
4	SAN ANTONIO KV		-25,0667	-15,9333		350,5000	-14,6667		-1,2667
5	MAYO KV		-23,2500	-14,1167		352,5000	-12,6667		-1,4500
6	SAL KV		-22,9000	-13,7667		354,0000	-11,1667		-2,6000
7	BOA VISTA KV		-22,8333	-13,7000		355,0000	-10,1667		-3,5333
8	FERRO KA W		-18,1500	-9,0167		2,2500	-2,9167		-6,1000
9	PALMA KA		-17,8333	-8,7000		0,7500	-4,4167		-4,2833
10	KAP VERDE		-17,5500	-8,4167		5,0000	-0,1667		-8,2500
11	TENERIFFA KA Pico		-16,6500	-7,5167		1,7500	-3,4167		-4,1000
12	PORTO SANTO		-16,3333	-7,2000		0,0000	-5,1667		-2,0333
13	GRAN CANARIA KA Z		-15,5667	-6,4333		4,5000	-0,6667		-5,7667
14	LANZAROTE KA		-13,4500	-4,3167		5,0000	-0,1667		-4,1500
15	LISSABON		-9,1333	0,0000		5,1667	0,0000		0,0000
16	GIBRALTAR		-5,3500	3,7833		8,0000	2,8333		-0,9500
17	GRANADA		-3,5833	5,5500		10,0000	4,8333		-0,7167
18	ALEXANDRIA		29,9167	39,0500		60,6667	55,5000		16,4500
19	ALEXANDRETTA		36,1333	45,2667		69,3333	64,1667		18,9000

Tab. 4-3-1-1: Längenfehler der Weltkarte <Universalis Cosmographia> von *M. Waldseemüller*, 1507. Ausgangsmeridian: *Porto Santo* bei *Madeira*, 16°20' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

4-3-1-2 Martin Waldseemüller, Weltkarte, 1516

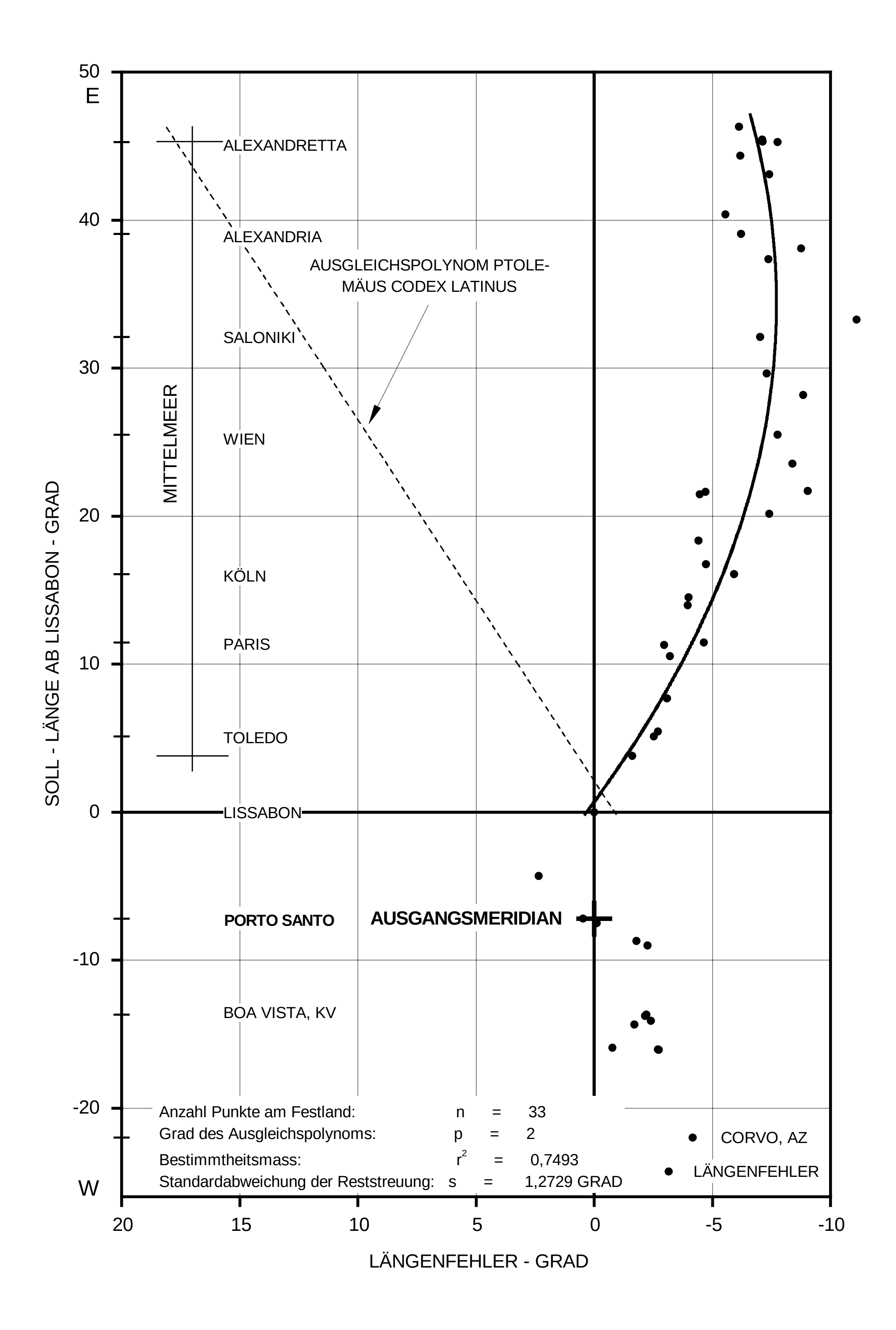


Abb. 4-3-1-2-a: Längenfehler der Weltkarte <Carta Marina Navigatoria> von *M. Waldseemüller*, 1516. Ausgangsmeridian: *Porto Santo* bei *Madeira*, 16°20' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

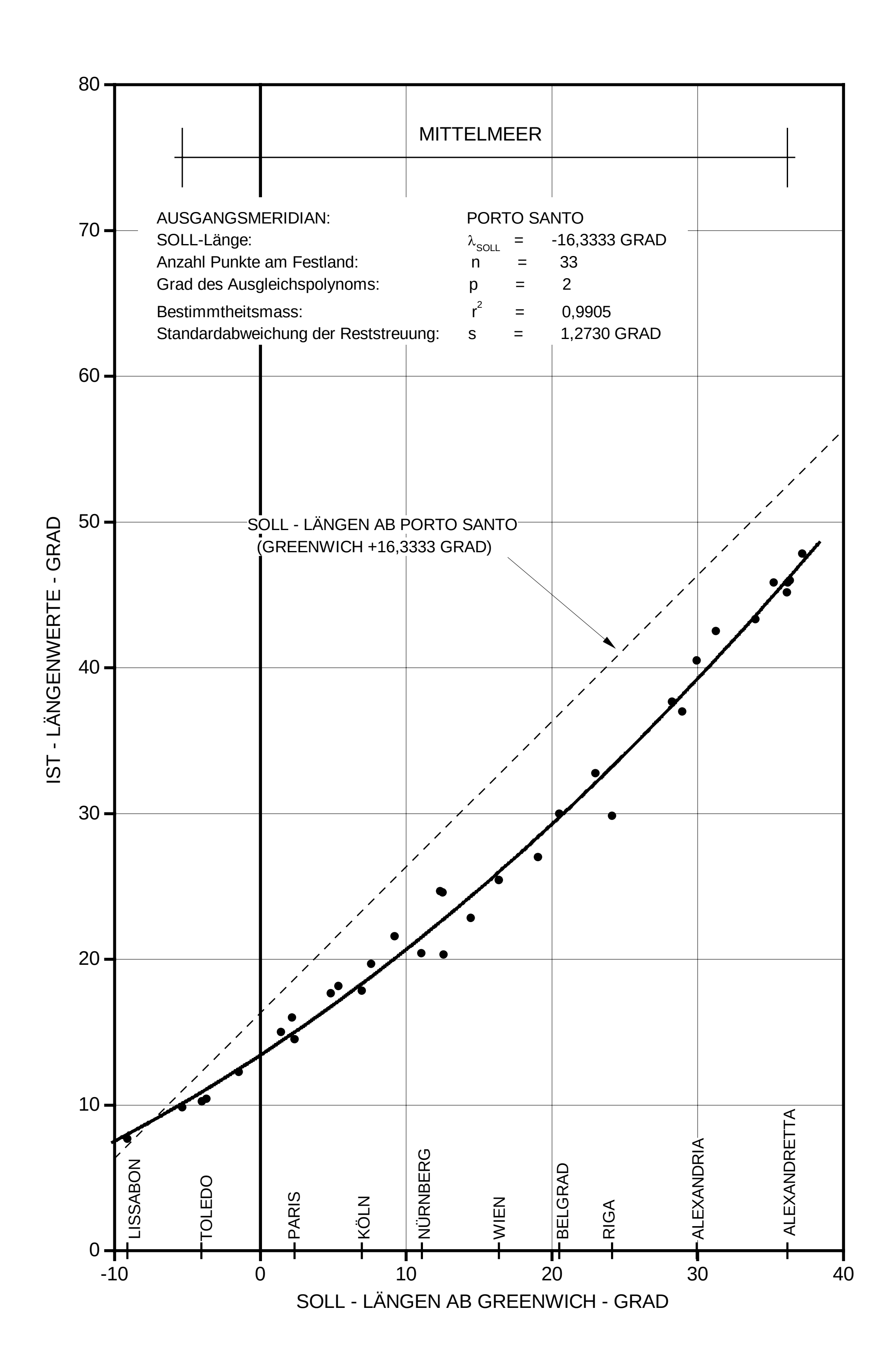


Abb. 4-3-1-2-b: Längenwerte der <Carta Marina Navigatoria> von *M. Waldseemüller*, 1516. Ausgangsmeridian: *Porto Santo* bei *Madeira*, 16°20' westlich von *Greenwich* für den Festlandsbereich der Untersuchung.

NR	ORTSNAME	φ_{SOLL}	$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	φ_{IST}	$\lambda_{PORTO/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\varphi$	$\Delta\lambda$
			SOLL	SOLL		WK	WK		WK
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
1	SANTIAGO KV		-23,5000	-14,3667		355,0000	-12,6667		-1,7000
2	MAYO KV		-23,2500	-14,1167		355,9500	-11,7167		-2,4000
3	SAL KV		-22,9000	-13,7667		356,0500	-11,6167		-2,1500
4	BOA VISTA KV		-22,8333	-13,7000		356,1667	-11,5000		-2,2000
5	FERRO KA W		-18,1500	-9,0167		0,9167	-6,7500		-2,2667
6	PALMA KA		-17,8333	-8,7000		0,7500	-6,9167		-1,7833
7	TENERIFFA KA Pico		-16,6500	-7,5167		0,2500	-7,4167		-0,1000
8	PORTO SANTO		-16,3333	-7,2000		0,0000	-7,6667		0,4667
9	LANZAROTE KA		-13,4500	-4,3167		1,0000	-6,6667		2,3500
10	LISSABON		-9,1333	0,0000		7,6667	0,0000		0,0000
11	GIBRALTAR		-5,3500	3,7833		9,8333	2,1667		-1,6167
12	TOLEDO		-4,0333	5,1000		10,2500	2,5833		-2,5167
13	BURGOS		-3,6833	5,4500		10,4167	2,7500		-2,7000
14	BAYONNE		-1,4667	7,6667		12,2500	4,5833		-3,0833
15	TOULOUSE		1,4000	10,5333		15,0000	7,3333		-3,2000
16	BARCELONA		2,1667	11,3000		16,0000	8,3333		-2,9667
17	PARIS		2,3333	11,4667		14,5000	6,8333		-4,6333
18	LYON		4,8333	13,9667		17,6667	10,0000		-3,9667
19	MARSEILLE		5,3667	14,5000		18,1667	10,5000		-4,0000
20	KÖLN		6,9500	16,0833		17,8333	10,1667		-5,9167
21	BASEL		7,6000	16,7333		19,6667	12,0000		-4,7333
22	MAILAND		9,2000	18,3333		21,5833	13,9167		-4,4167
23	ERFURT		11,0333	20,1667		20,4167	12,7500		-7,4167
24	VENEDIG		12,3333	21,4667		24,6667	17,0000		-4,4667
25	ROM		12,5000	21,6333		24,5833	16,9167		-4,7167
26	KOPENHAGEN		12,5667	21,7000		20,3333	12,6667		-9,0333
27	PRAG		14,4167	23,5500		22,8333	15,1667		-8,3833
28	WIEN		16,3667	25,5000		25,4167	17,7500		-7,7500
29	BUDAPEST		19,0500	28,1833		27,0000	19,3333		-8,8500
30	BELGRAD		20,5000	29,6333		30,0000	22,3333		-7,3000
31	SALONIKI		22,9667	32,1000		32,7500	25,0833		-7,0167
32	RIGA		24,1333	33,2667		29,8333	22,1667		-11,1000
33	RHODOS		28,2333	37,3667		37,6667	30,0000		-7,3667
34	ISTANBUL		28,9500	38,0833		37,0000	29,3333		-8,7500
35	ALEXANDRIA		29,9167	39,0500		40,5000	32,8333		-6,2167
36	KAIRO		31,2500	40,3833		42,5000	34,8333		-5,5500
37	FAMAGUSTA		33,9500	43,0833		43,3333	35,6667		-7,4167
38	JERUSALEM		35,2167	44,3500		45,8333	38,1667		-6,1833
39	ALEXANDRETTA		36,1333	45,2667		45,1667	37,5000		-7,7667
40	ANTIOCHIA		36,1667	45,3000		45,8333	38,1667		-7,1333
41	DAMASKUS		36,3167	45,4500		46,0000	38,3333		-7,1167
42	ALEPPO		37,1667	46,3000		47,8333	40,1667		-6,1333

Tab. 4-3-1-2: Längenfehler der <Carta Marina Navigatoria> von *M. Waldseemüller*, 1516. Ausgangsmeridian: *Porto Santo* bei *Madeira*, 16°20' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

4-3-2 *Johannes Ruysch*, Weltkarte, ca. 1508

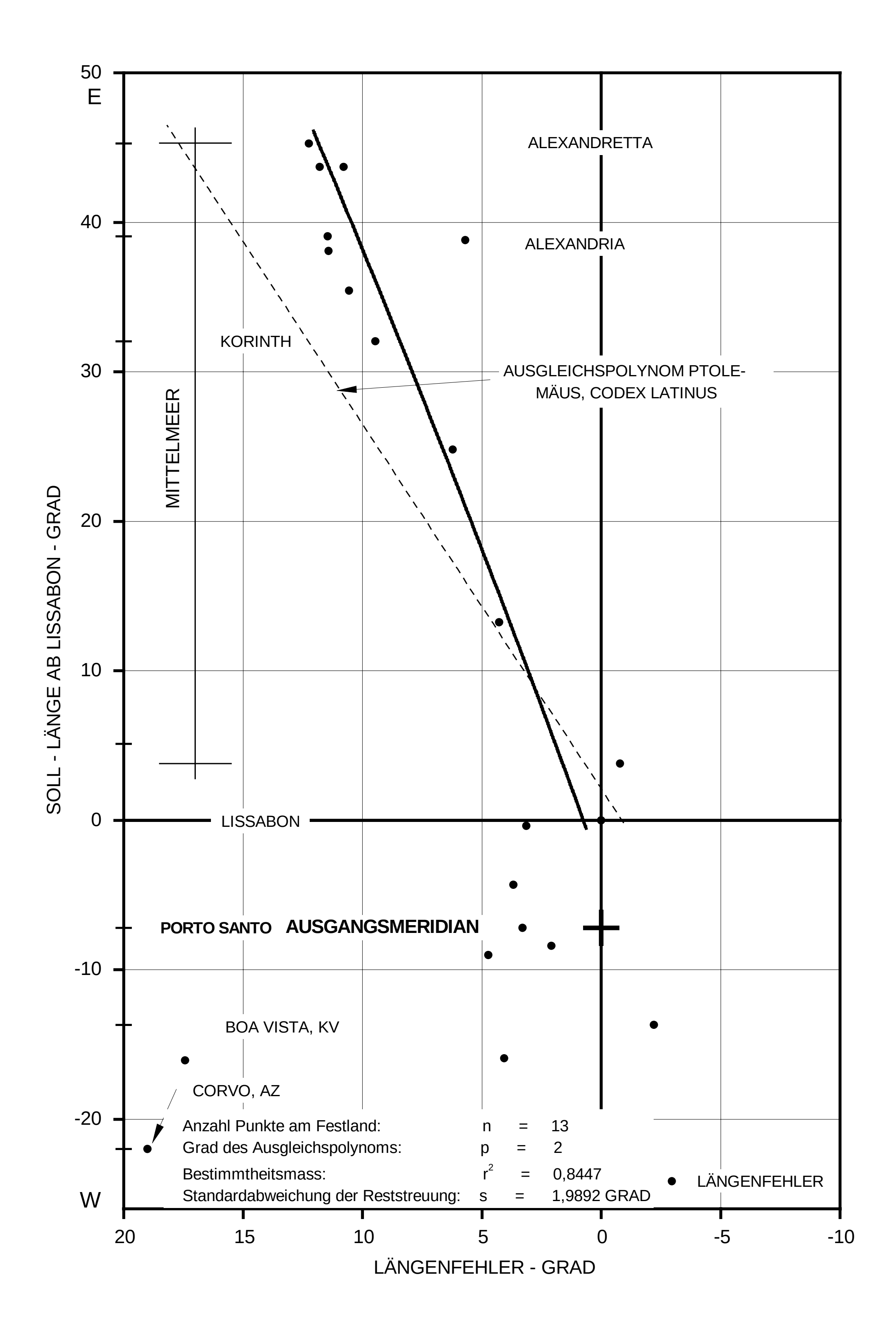


Abb. 4-3-2-a: Längenfehler der Weltkarte \Vni-| versalior | Cogniti Orbis | Tabvla\ von *J. Ruysch*, ca. 1508. Ausgangsmeridian: *Porto Santo* bei *Madeira*, 16°20' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

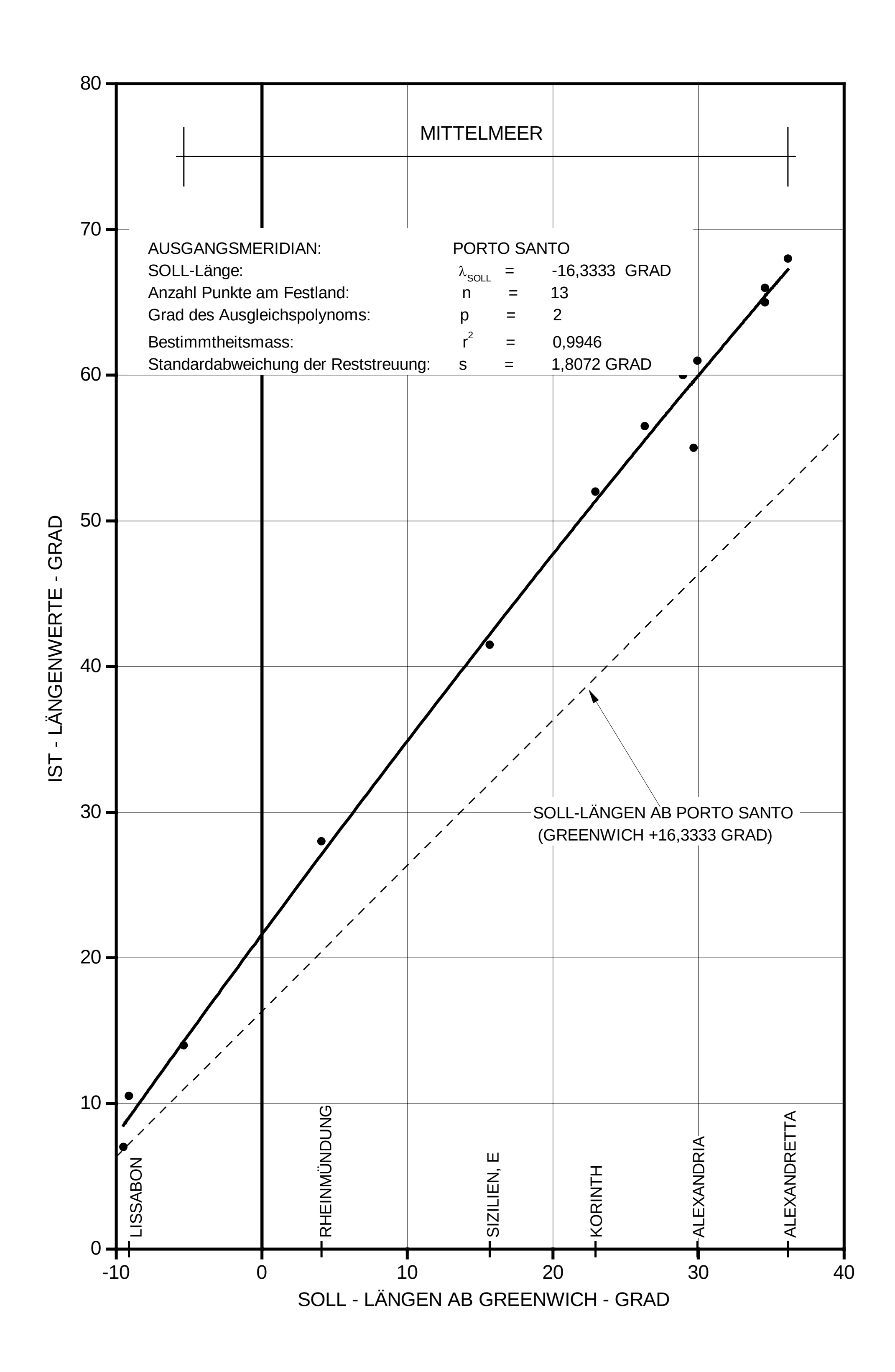


Abb. 4-3-2-b: Längenwerte der Weltkarte \Vni-| versalior | Cogniti Orbis | Tabvla\ von *J. Ruysch*, ca. 1508, für den Festlandsbereich der Untersuchung. Ausgangsmeridian: *Porto Santo* bei *Madeira*, 16°20' westlich von *Greenwich*.

		φ_{SOLL}	$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	φ_{IST}	$\lambda_{PORTO/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\ \varphi$	$\Delta\ \lambda$
NR	ORTSNAME		SOLL	SOLL		WK	WK		WK
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
1	KAP S. AUGUSTINO		-34,8333	-25,7000		344,5000	-26,0000		0,3000
2	CORVO AZ Z		-31,1333	-22,0000		329,5000	-41,0000		19,0000
3	SANTA MARIA AZ W		-25,2000	-16,0667		337,0000	-33,5000		17,4333
4	S. ANTONIO KV Z		-25,0667	-15,9333		350,5000	-20,0000		4,0667
5	BOA VISTA KV Z		-22,8333	-13,7000		359,0000	-11,5000		-2,2000
6	FERRO KA W		-18,1500	-9,0167		356,7500	-13,7500		4,7333
7	KAP VERDE		-17,5500	-8,4167		0,0000	-10,5000		2,0833
8	PORTO SANTO		-16,3333	-7,2000		0,0000	-10,5000		3,3000
9	LANZAROTE KA E		-13,4500	-4,3167		2,5000	-8,0000		3,6833
10	KAP DA ROCA		-9,5000	-0,3667		7,0000	-3,5000		3,1333
11	LISSABON		-9,1333	0,0000		10,5000	0,0000		0,0000
12	GIBRALTAR		-5,3500	3,7833		13,5000	3,0000		-0,7833
13	RHEINMÜNDUNG		4,1000	13,2333		28,0000	17,5000		4,2667
14	SIZILIEN, E		15,6500	24,7833		41,5000	31,0000		6,2167
15	KORINTH		22,9167	32,0500		52,0000	41,5000		9,4500
16	KRETA, E		26,3000	35,4333		56,5000	46,0000		10,5667
17	ISTANBUL		28,9500	38,0833		60,0000	49,5000		11,4167
18	DONAUMÜNDUNG		29,6667	38,8000		55,0000	44,5000		5,7000
19	ALEXANDRIA		29,9167	39,0500		61,0000	50,5000		11,4500
20	ASCALON		34,5833	43,7167		65,0000	54,5000		10,7833
21	ZYPERN, E		34,5833	43,7167		66,0000	55,5000		11,7833
22	ALEXANDRETTA		36,1333			68,0000	57,5000		12,2333

Tab. 4-3-2: Längenfehler der Weltkarte \Vni-| versalior | Cogniti Orbis | Tabvla\ von *J. Ruysch*, ca. 1508. Ausgangsmeridian: *Porto Santo* bei *Madeira*, 16°20' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

4-3-3 *Johann Stöffler*, Tabelle, 1518

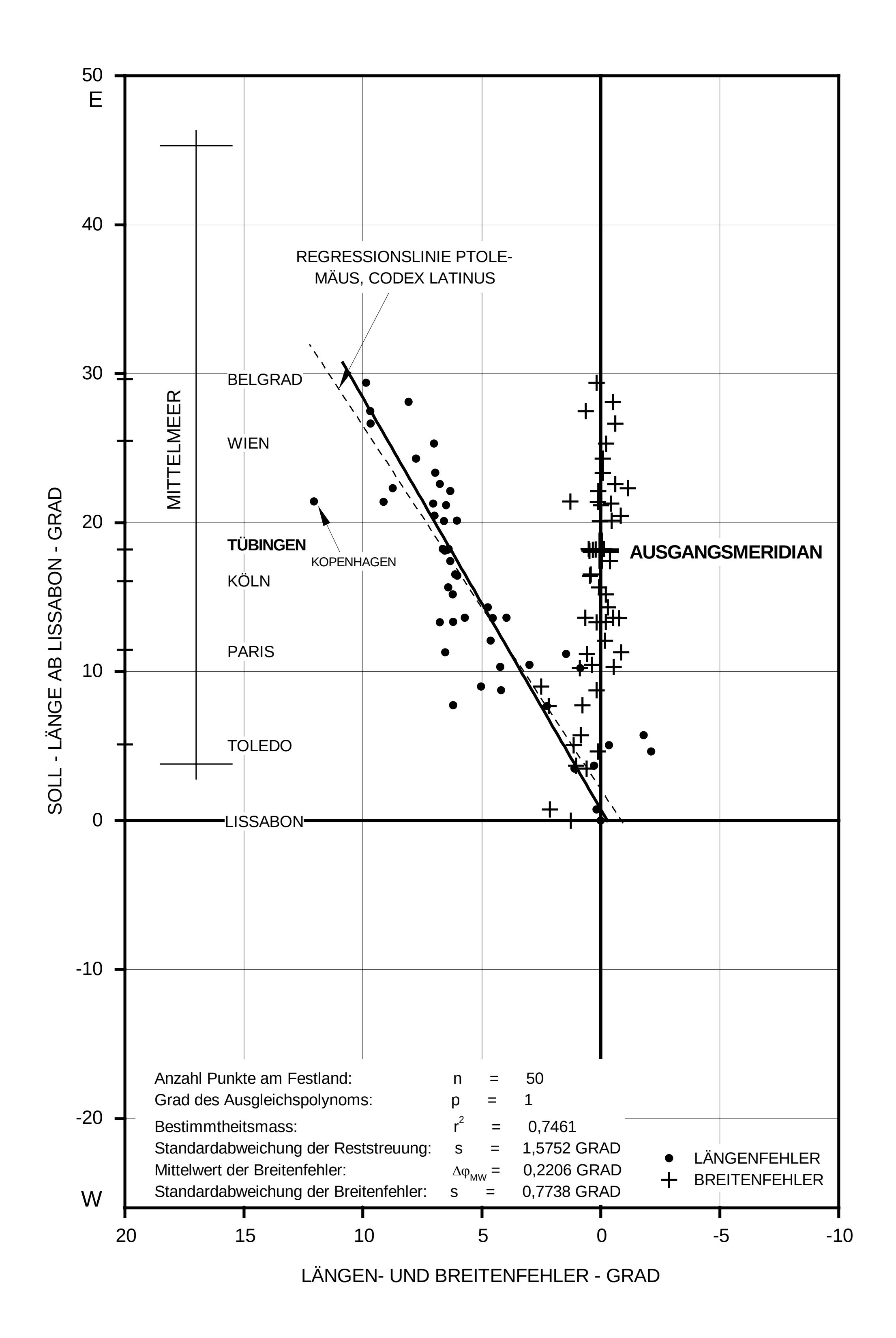


Abb. 4-3-3-a: Längen- und Breitenfehler der Tabelle ‹Abacus Regionum Pricipatum ...› in *Johann Stöfflers* 'Calendarium Romanum magnum', 1518. Ausgangsmeridian: *Tübingen*, 9°04' östlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*. Die Längenunterschiede zu *Tübingen* sind in der Tabelle in h und min angegeben.

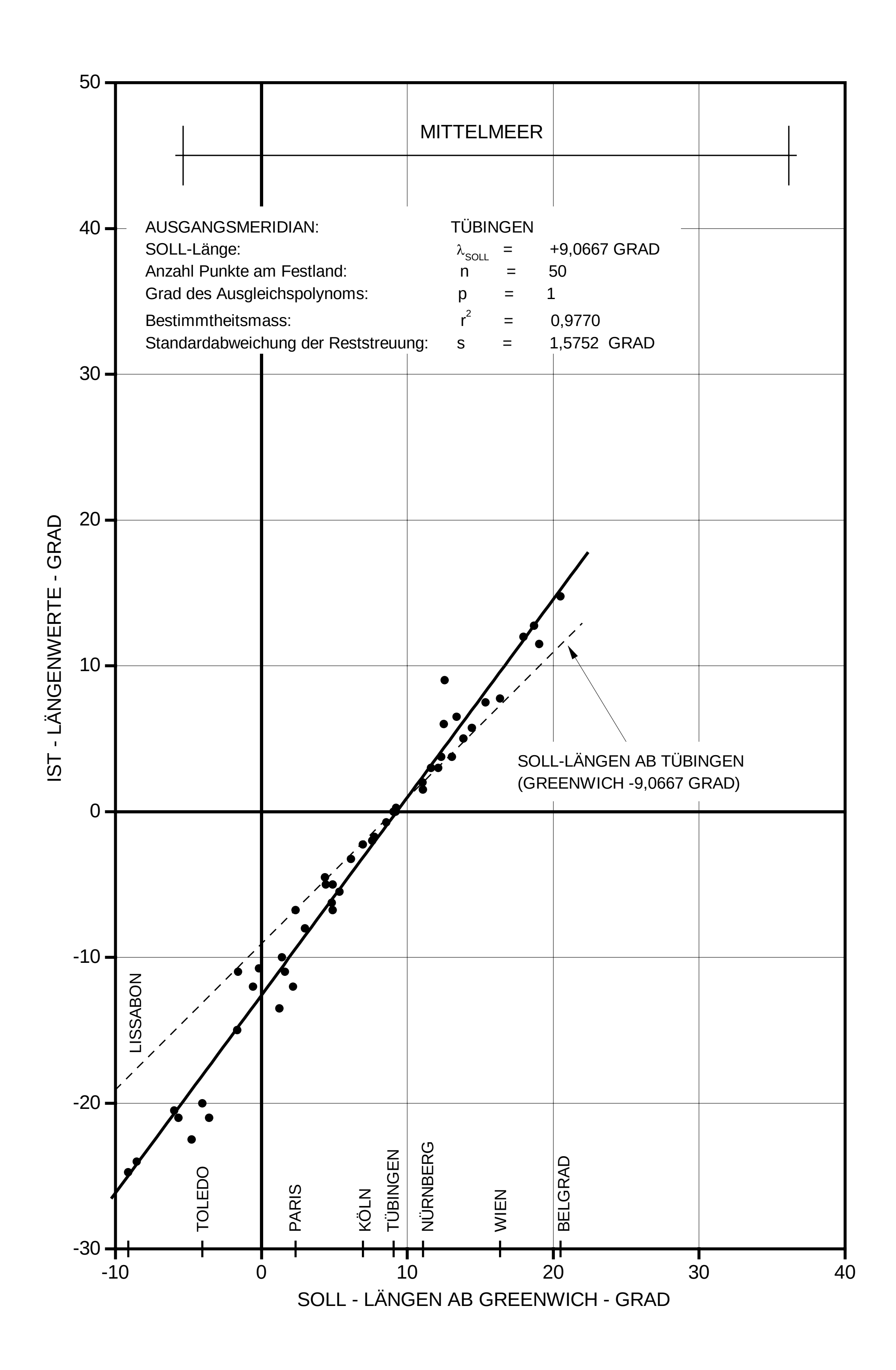


Abb. 4-3-3-b: Längenwerte der Tabelle ‹Abacus Regionum Pricipatum ...› in *Johann Stöfflers* 'Calendarium Romanum magnum', 1518, für den Festlandsbereich der Untersuchung. Ausgangsmeridian: *Tübingen*, 9°04' östlich von *Greenwich*. Die Längenunterschiede zu *Tübingen* sind in der Tabelle in h und min angegeben.

NR	ORTSNAME	φ_{SOLL} SOLL GRAD	$\lambda_{GR/SOLL}$ SOLL GRAD	$\lambda_{LIS/SOLL}$ SOLL GRAD	φ_{IST} TABELLE GRAD	$\lambda_{TÜBIN./IST}$ TABELLE GRAD	$\lambda_{LIS/IST}$ TABELLE GRAD	$\Delta\varphi$ TABELLE GRAD	$\Delta\lambda$ TABELLE GRAD
1	LISSABON	38,7333	-9,1333	0,0000	40,0000	-24,7500	0,0000	1,2667	0,0000
2	SANTIAGO DE COMP.	42,8667	-8,5500	0,5833	45,0000	-24,0000	0,7500	2,1333	0,1667
3	SEVILLA	37,4000	-5,9833	3,1500	38,0000	-20,5000	4,2500	0,6000	1,1000
4	SALAMANCA	40,9667	-5,6667	3,4667	42,0000	-21,0000	3,7500	1,0333	0,2833
5	CORDOBA	37,8833	-4,7667	4,3667	38,0000	-22,5000	2,2500	0,1167	-2,1167
6	TOLEDO	39,8667	-4,0333	5,1000	41,0000	-20,0000	4,7500	1,1333	-0,3500
7	GRANADA	37,1667	-3,5833	5,5500	38,0000	-21,0000	3,7500	0,8333	-1,8000
8	PAMPLONA	42,8167	-1,6500	7,4833	45,0000	-15,0000	9,7500	2,1833	2,2667
9	NANTES	47,2333	-1,5833	7,5500	48,0000	-11,0000	13,7500	0,7667	6,2000
10	BORDEAUX	44,8333	-0,5667	8,5667	45,0000	-12,0000	12,7500	0,1667	4,1833
11	LONDON	51,5000	-0,1667	8,9667	54,0000	-10,7500	14,0000	2,5000	5,0333
12	TARRAGONA	41,1167	1,2500	10,3833	42,0000	-13,5000	11,2500	0,8833	0,8667
13	TOULOUSE	43,5500	1,4000	10,5333	43,0000	-10,0000	14,7500	-0,5500	4,2167
14	CHERBOURG	49,6333	1,6167	10,7500	50,0000	-11,0000	13,7500	0,3667	3,0000
15	BARCELONA	41,4167	2,1667	11,3000	42,0000	-12,0000	12,7500	0,5833	1,4500
16	PARIS	48,8667	2,3333	11,4667	48,0000	-6,7500	18,0000	-0,8667	6,5333
17	NARBONNE	43,1833	3,0000	12,1333	43,0000	-8,0000	16,7500	-0,1833	4,6167
18	BRÜSSEL	50,8333	4,3500	13,4833	51,0000	-4,5000	20,2500	0,1667	6,7667
19	ANTWERPEN	51,2167	4,4167	13,5500	51,0000	-5,0000	19,7500	-0,2167	6,2000
20	LYON	45,7667	4,8333	13,9667	45,0000	-6,2500	18,5000	-0,7667	4,5333
21	AMSTERDAM	52,3500	4,9000	14,0333	53,0000	-5,0000	19,7500	0,6500	5,7167
22	VIENNE	45,5333	4,9000	14,0333	45,0000	-6,7500	18,0000	-0,5333	3,9667
23	MARSEILLE	43,3000	5,3667	14,5000	43,0000	-5,5000	19,2500	-0,3000	4,7500
24	GENF	46,2167	6,1500	15,2833	46,0000	-3,2500	21,5000	-0,2167	6,2167
25	KÖLN	50,9333	6,9500	16,0833	51,0000	-2,2500	22,5000	0,0667	6,4167
26	BASEL	47,5500	7,6000	16,7333	48,0000	-2,0000	22,7500	0,4500	6,0167
27	STRASSBURG	48,5833	7,7500	16,8833	49,0000	-1,7500	23,0000	0,4167	6,1167
28	ZÜRICH	47,3833	8,5500	17,6833	47,0000	-0,7500	24,0000	-0,3833	6,3167
29	TÜBINGEN	48,5333	9,0667	18,2000	49,0000	0,0000	24,7500	0,4667	6,5500
30	KONSTANZ	47,6667	9,1667	18,3000	48,0000	0,0000	24,7500	0,3333	6,4500
31	STUTTGART	48,7833	9,2000	18,3333	49,0000	0,0000	24,7500	0,2167	6,4167
32	REUTLINGEN	48,5000	9,2167	18,3500	49,0000	0,0000	24,7500	0,5000	6,4000
33	HEILBRONN	49,1333	9,2333	18,3667	49,0000	0,2500	25,0000	-0,1333	6,6333
34	ERFURT	50,9667	11,0333	20,1667	51,0000	2,0000	26,7500	0,0333	6,5833
35	NÜRNBERG	49,4500	11,0833	20,2167	49,0000	1,5000	26,2500	-0,4500	6,0333
36	FERRARA	44,8333	11,6333	20,7667	44,0000	3,0000	27,7500	-0,8333	6,9833
37	REGENSBURG	49,0167	12,1167	21,2500	49,0000	3,0000	27,7500	-0,0167	6,5000
38	VENEDIG	45,4333	12,3333	21,4667	45,0000	3,7500	28,5000	-0,4333	7,0333
39	ROM	41,8833	12,5000	21,6333	42,0000	6,0000	30,7500	0,1167	9,1167
40	KOPENHAGEN	55,7167	12,5667	21,7000	57,0000	9,0000	33,7500	1,2833	12,0500
41	SALZBURG	47,9000	13,0500	22,1833	48,0000	3,7500	28,5000	0,1000	6,3167

/Seite 2

NR	ORTSNAME	φ_{SOLL} SOLL GRAD	$\lambda_{GR/SOLL}$ SOLL GRAD	$\lambda_{LIS/SOLL}$ SOLL GRAD	φ_{IST} TABELLE GRAD	$\lambda_{TÜBIN./IST}$ TABELLE GRAD	$\lambda_{LIS/IST}$ TABELLE GRAD	$\Delta\ \varphi$ TABELLE GRAD	$\Delta\ \lambda$ TABELLE GRAD
42	PALERMO	38,1333	13,3833	22,5167	37,0000	6,5000	31,2500	-1,1333	8,7333
43	VILLACH	46,6167	13,8500	22,9833	46,0000	5,0000	29,7500	-0,6167	6,7667
44	PRAG	50,0833	14,4167	23,5500	50,0000	5,7500	30,5000	-0,0833	6,9500
45	GRAZ	47,0833	15,3667	24,5000	47,0000	7,5000	32,2500	-0,0833	7,7500
46	WIEN	48,2167	16,3667	25,5000	48,0000	7,7500	32,5000	-0,2167	7,0000
47	BRINDISI	40,6167	17,9500	27,0833	40,0000	12,0000	36,7500	-0,6167	9,6667
48	DANZIG	54,3667	18,6833	27,8167	55,0000	12,7500	37,5000	0,6333	9,6833
49	BUDAPEST	47,5000	19,0500	28,1833	47,0000	11,5000	36,2500	-0,5000	8,0667
50	BELGRAD	44,8333	20,5000	29,6333	45,0000	14,7500	39,5000	0,1667	9,8667

Tab. 4-3-3: Längen- und Breitenfehler der Tabelle ‹Abacus Regionum Pricipatum ...› in *Johann Stöfflers* 'Calendarium Romanum magnum', 1518. Ausgangsmeridian: *Tübingen*, 9°04' östlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*. Die Längenunterschiede zu *Tübingen* sind in der Tabelle in h und min angegeben.

4-3-*4* *Petrus Apianus*, Tabelle, 1553 (Erstausgabe 1524)

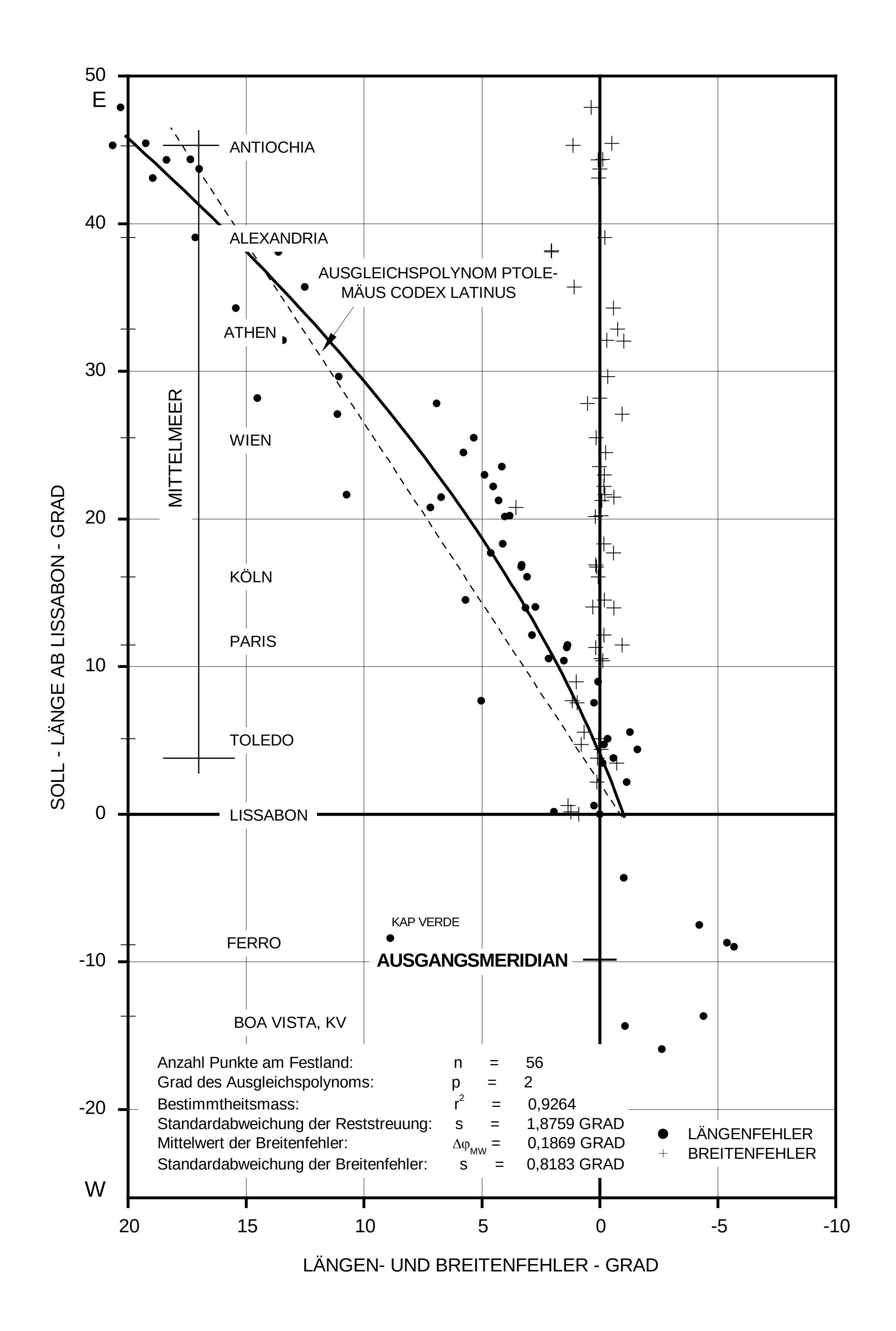


Abb. 4-3-4-a: Längen- und Breitenfehler der Tabelle ‹De Abaco› in *Petrus Apianus* 'Cosmographia', 1553 (Erstausgabe 1524). Ausgangsmeridian: 'primum longitudinis gradum in occidente, est hoc, in Fortunatis insulis, quae nunc Canariae appelantur', 19° westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

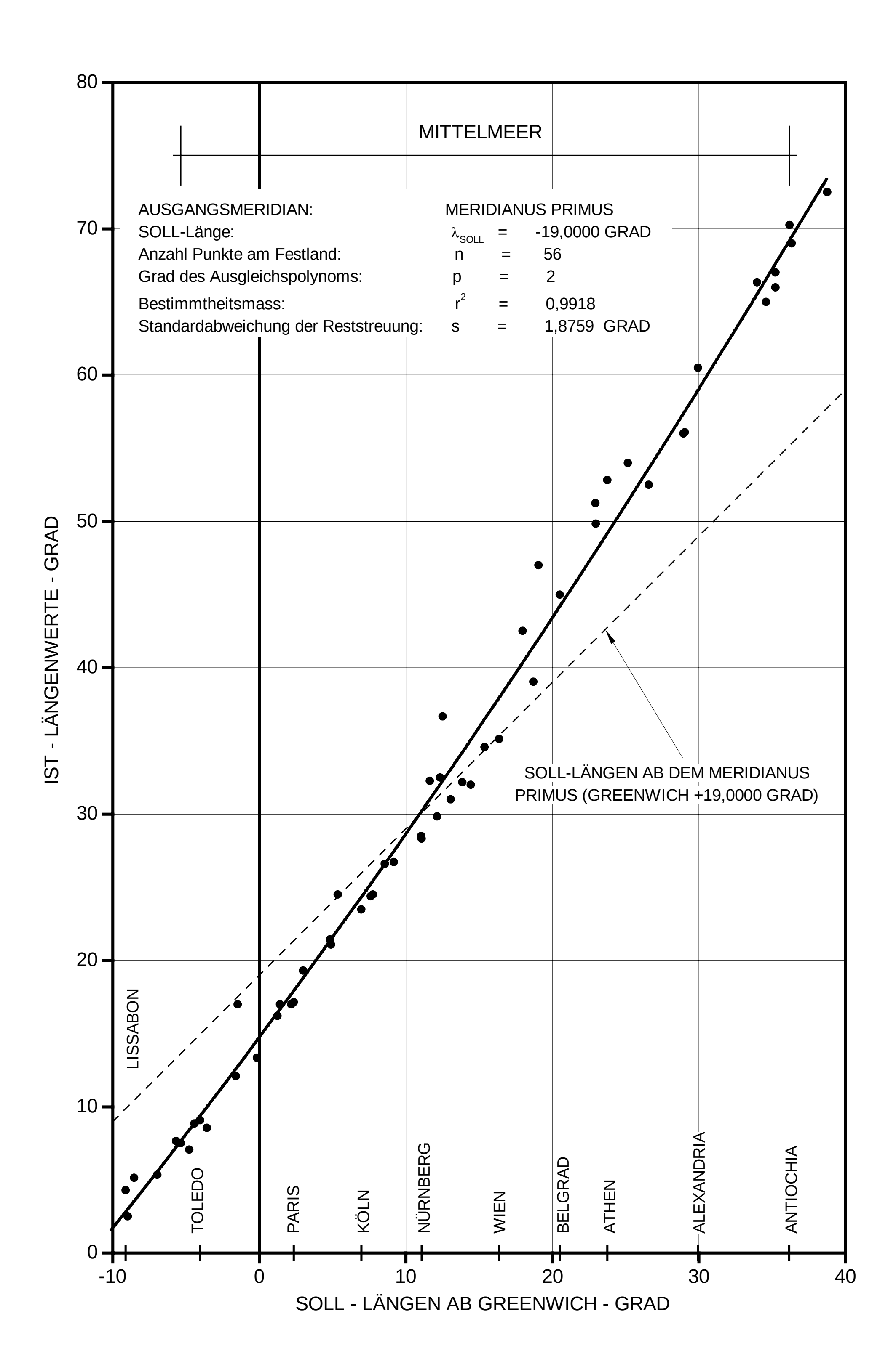


Abb. 4-3-4-b: Längenwerte der Tabelle ‹De Abaco› in *Petrus Apianus*, 'Cosmographia', 1553 (Erstausgabe 1524), für den Festlandsbereich der Untersuchung. Ausgangsmeridian: 'primum longitudinis gradum in occidente, est hoc, in Fortunatis insulis, quae nunc Canariae appelantur', 19°00' westlich von *Greenwich*.

		φ_{SOLL}	$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	φ_{IST}	$\lambda_{PTOL/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\varphi$	$\Delta\lambda$
NR	ORTSNAME	SOLL	SOLL	SOLL	TABELLE	TABELLE	TABELLE	TABELLE	TABELLE
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
1	SAN ANTONIO KV	15,9667	-25,0667	-15,9333		-9,0000	-13,3000		-2,6333
2	SANTIAGO KV	14,8833	-23,5000	-14,3667		-9,0000	-13,3000		-1,0667
3	BOA VISTA KV	17,2167	-22,8333	-13,7000		-5,0000	-9,3000		-4,4000
4	FERRO KA	27,7000	-18,1500	-9,0167		1,0000	-3,3000		-5,7167
5	PALMA KA	28,7833	-17,8333	-8,7000		1,0000	-3,3000		-5,4000
6	KAP VERDE	14,7167	-17,5500	-8,4167		-13,0000	-17,3000		8,8833
7	TENERIFFA KA	28,2833	-16,6500	-7,5167		1,0000	-3,3000		-4,2167
8	LANZAROTE KA	-29,1333	-13,4500	-4,3167		1,0000	-3,3000		-1,0167
9	LISSABON	38,7333	-9,1333	0,0000	39,6333	4,3000	0,0000	0,9000	0,0000
10	KAP ST. VINCENT	37,0167	-8,9833	0,1500	38,2500	2,5000	-1,8000	1,2333	-1,9500
11	SANTIAGO DE COMP.	42,8667	-8,5500	0,5833	44,2167	5,1333	0,8333	1,3500	0,2500
12	BADAJOZ	38,8833	-6,9667	2,1667	39,0000	5,3333	1,0333	0,1167	-1,1333
13	SALAMANCA	40,9667	-5,6667	3,4667	40,2500	7,6500	3,3500	-0,7167	-0,1167
14	GIBRALTAR	36,1500	-5,3500	3,7833	36,2500	7,5000	3,2000	0,1000	-0,5833
15	CORDOBA	37,8833	-4,7667	4,3667	37,8333	7,0667	2,7667	-0,0500	-1,6000
16	MALAGA	36,7167	-4,4167	4,7167	37,5000	8,8333	4,5333	0,7833	-0,1833
17	TOLEDO	39,8667	-4,0333	5,1000	39,9167	9,0667	4,7667	0,0500	-0,3333
18	GRANADA	37,1667	-3,5833	5,5500	37,8333	8,5667	4,2667	0,6667	-1,2833
19	NANTES	47,2333	-1,5833	7,5500	48,2000	12,1000	7,8000	0,9667	0,2500
20	BAYONNE	43,5000	-1,4667	7,6667	44,6667	17,0000	12,7000	1,1667	5,0333
21	LONDON	51,5000	-0,1667	8,9667	52,5000	13,3333	9,0333	1,0000	0,0667
22	TARRAGONA	41,1167	1,2500	10,3833	41,0000	16,2000	11,9000	-0,1167	1,5167
23	TOULOUSE	43,5500	1,4000	10,5333	43,5000	17,0000	12,7000	-0,0500	2,1667
24	BARCELONA	41,4167	2,1667	11,3000	41,5833	17,0000	12,7000	0,1667	1,4000
25	PARIS	48,8667	2,3333	11,4667	47,9167	17,1333	12,8333	-0,9500	1,3667
26	NARBONNE	43,1833	3,0000	12,1333	43,0000	19,3000	15,0000	-0,1833	2,8667
27	LYON	45,7667	4,8333	13,9667	45,1667	21,4167	17,1167	-0,6000	3,1500
28	AMSTERDAM	52,3500	4,9000	14,0333	52,6500	21,0667	16,7667	0,3000	2,7333
29	MARSEILLE	43,3000	5,3667	14,5000	43,1000	24,5000	20,2000	-0,2000	5,7000
30	KÖLN	50,9333	6,9500	16,0833	51,0000	23,4667	19,1667	0,0667	3,0833
31	BASEL	47,5500	7,6000	16,7333	47,6833	24,3667	20,0667	0,1333	3,3333
32	STRASSBURG	48,5833	7,7500	16,8833	48,7500	24,5000	20,2000	0,1667	3,3167
33	ZÜRICH	47,3833	8,5500	17,6833	46,8000	26,6000	22,3000	-0,5833	4,6167
34	KONSTANZ	47,6667	9,1667	18,3000	47,5000	26,7167	22,4167	-0,1667	4,1167
35	ERFURT	50,9667	11,0333	20,1667	51,1667	28,5000	24,2000	0,2000	4,0333
36	NÜRNBERG	49,4500	11,0833	20,2167	49,4000	28,3333	24,0333	-0,0500	3,8167
37	FERRARA	40,8333	11,6333	20,7667	44,3833	32,2500	27,9500	3,5500	7,1833
38	REGENSBURG	49,0167	12,1167	21,2500	48,9333	29,8333	25,5333	-0,0833	4,2833
39	VENEDIG	45,4333	12,3333	21,4667	44,8333	32,5000	28,2000	-0,6000	6,7333
40	ROM	41,8833	12,5000	21,6333	41,6667	36,6667	32,3667	-0,2167	10,7333
41	SALZBURG	47,9000	13,0500	22,1833	47,7333	31,0000	26,7000	-0,1667	4,5167
42	VILLACH	46,6167	13,8500	22,9833	46,4167	32,1667	27,8667	-0,2000	4,8833
43	PRAG	50,0833	14,4167	23,5500	50,1000	32,0000	27,7000	0,0167	4,1500
44	GRAZ	47,0833	15,3667	24,5000	46,8333	34,5833	30,2833	-0,2500	5,7833
45	WIEN	48,2167	16,3667	25,5000	48,3667	35,1333	30,8333	0,1500	5,3333
46	BRINDISI	40,6167	17,9500	27,0833	39,6667	42,5000	38,2000	-0,9500	11,1167
47	DANZIG	54,3667	18,6833	27,8167	54,9000	39,0333	34,7333	0,5333	6,9167

/Seite 2

NR	ORTSNAME	φ_{SOLL} SOLL GRAD	$\lambda_{GR/SOLL}$ SOLL GRAD	$\lambda_{LIS/SOLL}$ SOLL GRAD	φ_{IST} TABELLE GRAD	$\lambda_{PTOL/IST}$ TABELLE GRAD	$\lambda_{LIS/IST}$ TABELLE GRAD	$\Delta\varphi$ TABELLE GRAD	$\Delta\lambda$ TABELLE GRAD
48	BUDAPEST	47,5000	19,0500	28,1833	47,5000	47,0000	42,7000	0,0000	14,5167
49	BELGRAD	44,8333	20,5000	29,6333	44,5000	45,0000	40,7000	-0,3333	11,0667
50	KORINTH	37,9333	22,9167	32,0500	36,9167	51,2500	46,9500	-1,0167	14,9000
51	SALONIKI	40,6333	22,9667	32,1000	40,3333	49,8333	45,5333	-0,3000	13,4333
52	ATHEN	38,0000	23,7333	32,8667	37,2500	52,8167	48,5167	-0,7500	15,6500
53	CANDIA	35,3333	25,1333	34,2667	34,7500	54,0000	49,7000	-0,5833	15,4333
54	EDIRNE	41,6667	26,5667	35,7000	42,7500	52,5000	48,2000	1,0833	12,5000
55	ISTANBUL	41,0333	28,9500	38,0833	43,0833	56,0000	51,7000	2,0500	13,6167
56	CHALCEDON	41,0333	29,0333	38,1667	43,0833	56,0833	51,7833	2,0500	13,6167
57	ALEXANDRIA	31,2167	29,9167	39,0500	31,0000	60,5000	56,2000	-0,2167	17,1500
58	FAMAGUSTA	35,1167	33,9500	43,0833	35,1667	66,3333	62,0333	0,0500	18,9500
59	ASCALON	31,6667	34,5833	43,7167	31,6667	65,0000	60,7000	0,0000	16,9833
60	TYRUS	33,2667	35,2000	44,3333	33,3333	67,0000	62,7000	0,0667	18,3667
61	JERUSALEM	31,7833	35,2167	44,3500	31,6667	66,0000	61,7000	-0,1167	17,3500
62	ANTIOCHIA	36,2000	36,1667	45,3000	37,3333	70,2500	65,9500	1,1333	20,6500
63	DAMASKUS	33,5000	36,3167	45,4500	33,0000	69,0000	64,7000	-0,5000	19,2500
64	EDESSA	37,1333	38,7500	47,8833	37,5000	72,5000	68,2000	0,3667	20,3167

Tab. 4-3-4: Längen- und Breitenfehler der Tabelle ‹De Abaco› in *Petrus Apianus*, 'Cosmographia', 1553 (Erstausgabe 1524). Ausgangsmeridian: 'primum longitudinis gradum in occidente, est hoc, in Fortunatis insulis, quae nunc Canariae appelantur', 19° westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

4-3-5 *Gemma Frisius*, Tabelle, 1557, datiert 1530

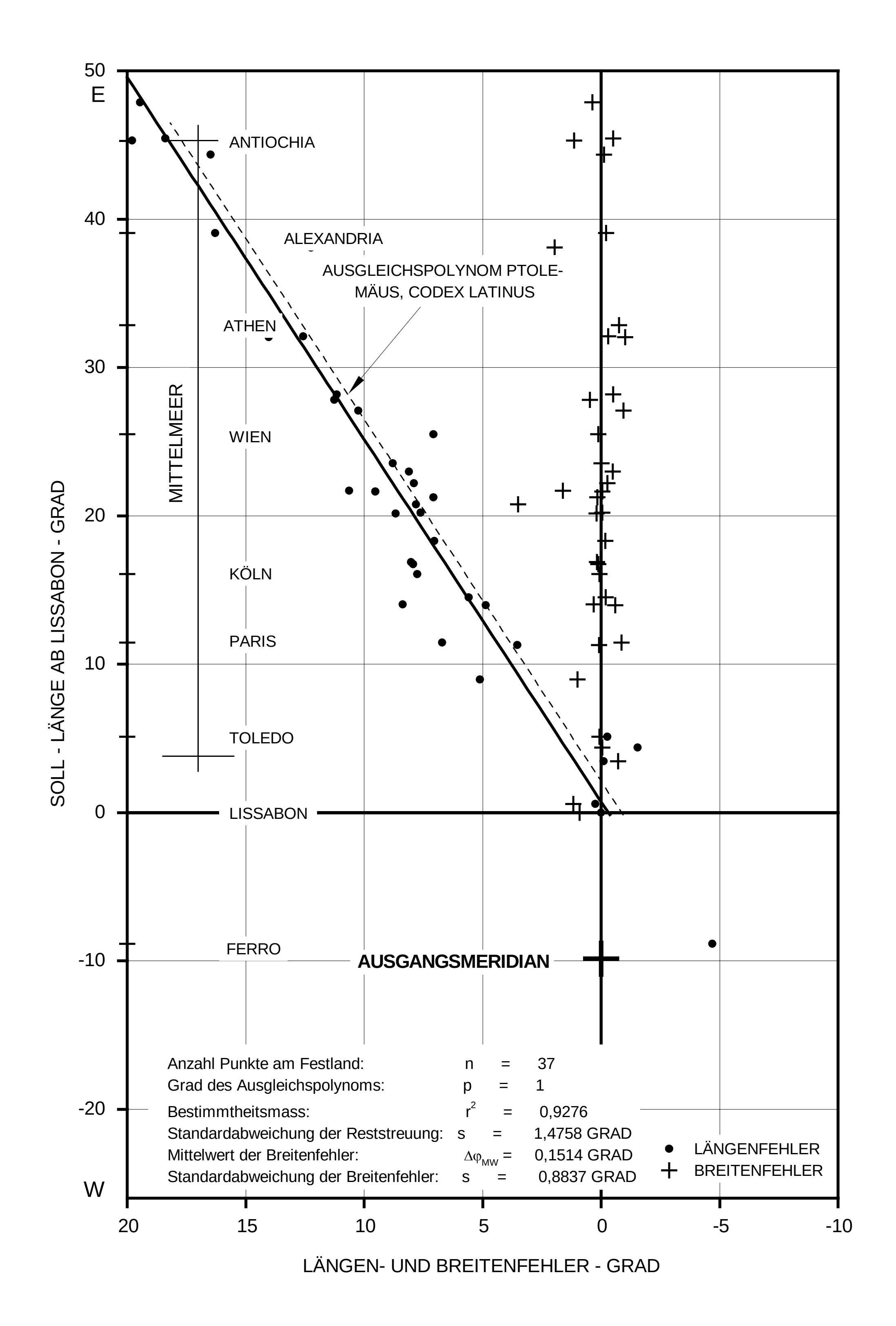


Abb. 4-3-5-a: Längen- und Breitenfehler der ‹Tabella Civitatvm› von *Gemma Frisius,* 1530. Ausgangsmeridian: 'longitudinis ab insulis fortunatis significant', 19° westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon.*

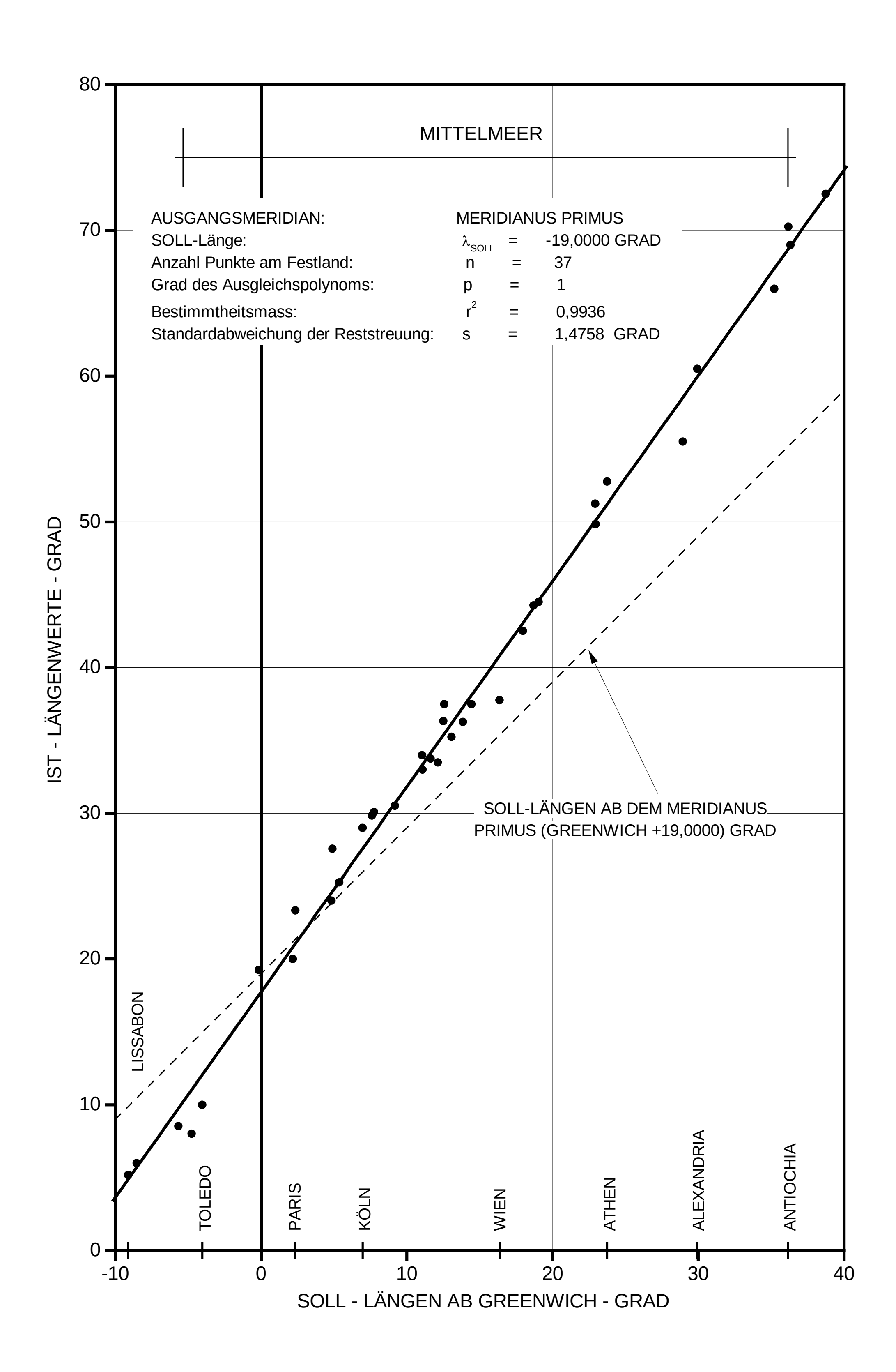


Abb. 4-3-5-b: Längenwerte der ‹Tabella Civitatvm› von *Gemma Frisius*, 1530, für den Festlandsbereich der Untersuchung. Ausgangsmeridian: 'longitudinis ab insulis fortunatis significant', 19°00' westlich von *Greenwich*.

		φ_{SOLL}	$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	φ_{IST}	$\lambda_{PTOL/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\ \varphi$	$\Delta\ \lambda$
NR	ORTSNAME	SOLL	SOLL	SOLL	TABELLE	TABELLE	TABELLE	TABELLE	TABELLE
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
1	MERIDIANUS PRIMUS		-19,0000	-9,8667		0,0000	-5,1667		-4,7000
2	INSULAE FORTUNAT.		-18,0000	-8,8667		1,0000	-4,1667		-4,7000
3	LISSABON	38,7333	-9,1333	0,0000	39,6500	5,1667	0,0000	0,9167	0,0000
4	SANTIAGO DE COMP.	42,8667	-8,5500	0,5833	44,0333	6,0000	0,8333	1,1667	0,2500
5	SALAMANCA	40,9667	-5,6667	3,4667	40,2500	8,5333	3,3667	-0,7167	-0,1000
6	CORDOBA	37,8833	-4,7667	4,3667	37,8333	8,0000	2,8333	-0,0500	-1,5333
7	TOLEDO	39,8667	-4,0333	5,1000	39,9333	10,0000	4,8333	0,0667	-0,2667
8	LONDON	51,5000	-0,1667	8,9667	52,5000	19,2500	14,0833	1,0000	5,1167
9	BARCELONA	41,4167	2,1667	11,3000	41,5000	20,0000	14,8333	0,0833	3,5333
10	PARIS	48,8667	2,3333	11,4667	48,0000	23,3333	18,1667	-0,8667	6,7000
11	LYON	45,7667	4,8333	13,9667	45,1667	24,0000	18,8333	-0,6000	4,8667
12	AMSTERDAM	52,3500	4,9000	14,0333	52,6667	27,5667	22,4000	0,3167	8,3667
13	MARSEILLE	43,3000	5,3667	14,5000	43,1000	25,2500	20,0833	-0,2000	5,5833
14	KÖLN	50,9333	6,9500	16,0833	51,0000	29,0000	23,8333	0,0667	7,7500
15	BASEL	47,5500	7,6000	16,7333	47,6667	29,8333	24,6667	0,1167	7,9333
16	STRASSBURG	48,5833	7,7500	16,8833	48,7500	30,0667	24,9000	0,1667	8,0167
17	KONSTANZ	47,6667	9,1667	18,3000	47,5000	30,5000	25,3333	-0,1667	7,0333
18	ERFURT	50,9667	11,0333	20,1667	51,1667	34,0000	28,8333	0,2000	8,6667
19	NÜRNBERG	49,4500	11,0833	20,2167	49,4000	33,0000	27,8333	-0,0500	7,6167
20	FERRARA	40,8333	11,6333	20,7667	44,3333	33,7500	28,5833	3,5000	7,8167
21	REGENSBURG	49,0167	12,1167	21,2500	49,1667	33,5000	28,3333	0,1500	7,0833
22	ROM	41,8833	12,5000	21,6333	41,8333	36,3333	31,1667	-0,0500	9,5333
23	KOPENHAGEN	55,7167	12,5667	21,7000	57,3333	37,5000	32,3333	1,6167	10,6333
24	SALZBURG	47,9000	13,0500	22,1833	47,6333	35,2500	30,0833	-0,2667	7,9000
25	VILLACH	46,6167	13,8500	22,9833	46,1333	36,2500	31,0833	-0,4833	8,1000
26	PRAG	50,0833	14,4167	23,5500	50,0667	37,5000	32,3333	-0,0167	8,7833
27	WIEN	48,2167	16,3667	25,5000	48,3333	37,7500	32,5833	0,1167	7,0833
28	BRINDISI	40,6167	17,9500	27,0833	39,6667	42,5000	37,3333	-0,9500	10,2500
29	DANZIG	54,3667	18,6833	27,8167	54,8333	44,2500	39,0833	0,4667	11,2667
30	BUDAPEST	47,5000	19,0500	28,1833	47,0000	44,5000	39,3333	-0,5000	11,1500
31	KORINTH	37,9333	22,9167	32,0500	36,9167	51,2500	46,0833	-1,0167	14,0333
32	SALONIKI	40,6333	22,9667	32,1000	40,3333	49,8333	44,6667	-0,3000	12,5667
33	ATHEN	38,0000	23,7333	32,8667	37,2500	52,7500	47,5833	-0,7500	14,7167
34	ISTANBUL	41,0333	28,9500	38,0833	43,0000	55,5000	50,3333	1,9667	12,2500
35	ALEXANDRIA	31,2167	29,9167	39,0500	31,0000	60,5000	55,3333	-0,2167	16,2833
36	JERUSALEM	31,7833	35,2167	44,3500	31,6667	66,0000	60,8333	-0,1167	16,4833
37	ANTIOCHIA	36,2000	36,1667	45,3000	37,3333	70,2500	65,0833	1,1333	19,7833
38	DAMASKUS	33,5000	36,3167	45,4500	33,0000	69,0000	63,8333	-0,5000	18,3833
39	EDESSA	37,1333	38,7500	47,8833	37,5000	72,5000	67,3333	0,3667	19,4500

$\lambda_{Ptolemäus/IST-Gibraltar}$ = 8,2167 GRAD durch Umrechnung mit der SOLL-Längendifferenz von Salamanca aus bestimmt

Tab. 4-3-5: Längen- und Breitenfehler der ‹Tabella Civitatvm› von *Gemma Frisius*, 1530. Ausgangsmeridian: 'longitudinis ab insulis fortunatis significant', 19° westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

4-3-6 *Gerard de Jode*, Atlanten 1578 und 1593

4-3-6-2 De Jode, Atlas 1593, Hemisphärenkarte.

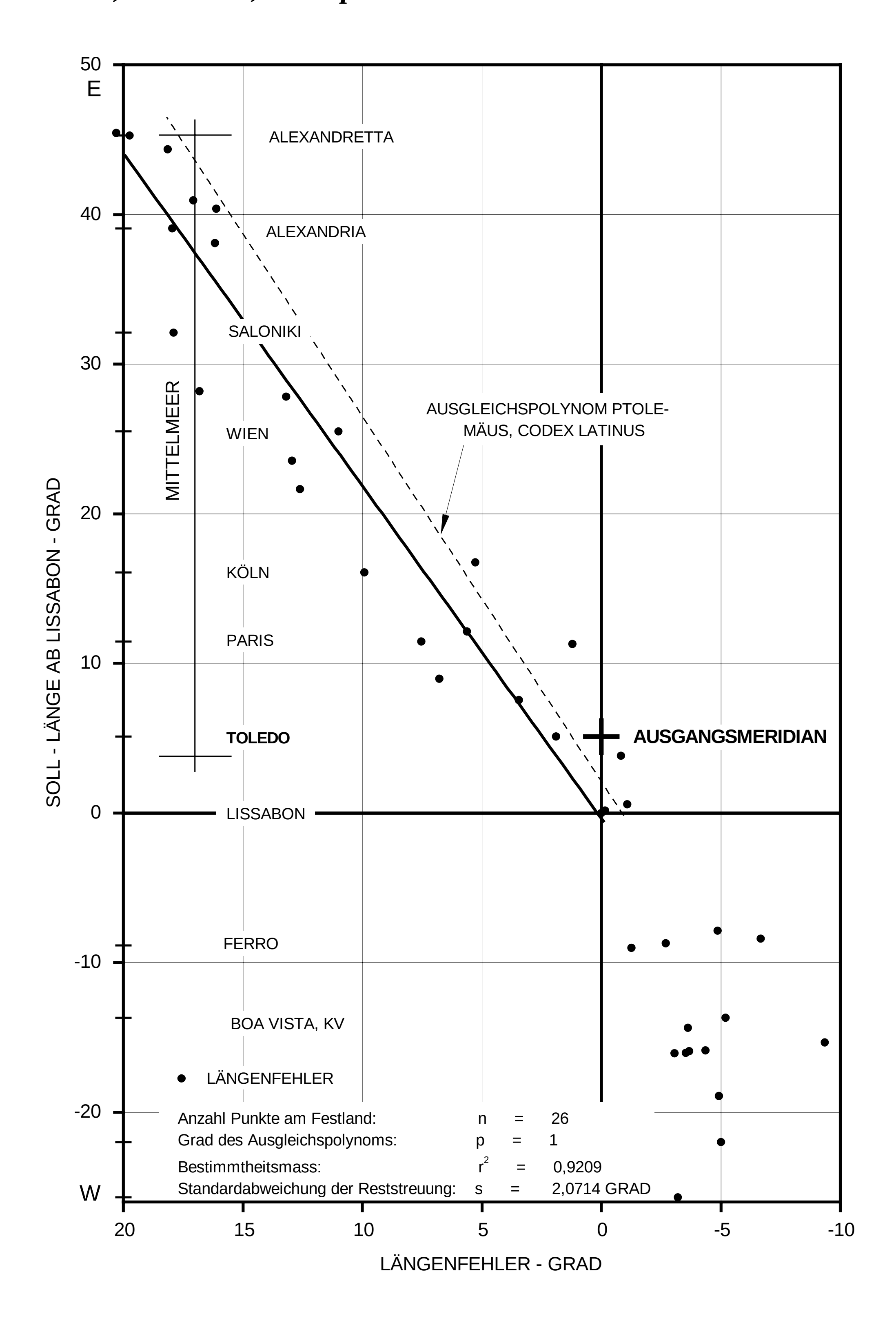


Abb. 4-3-6-2-a: Längenfehler der Weltkarte «Hemispherivm De Aequinoctiali Linea, Ad Circvlvm Poli | Arctici» von *Gerard de Jode*, 1593. Ausgangsmeridian: *Toledo*, 4°02' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

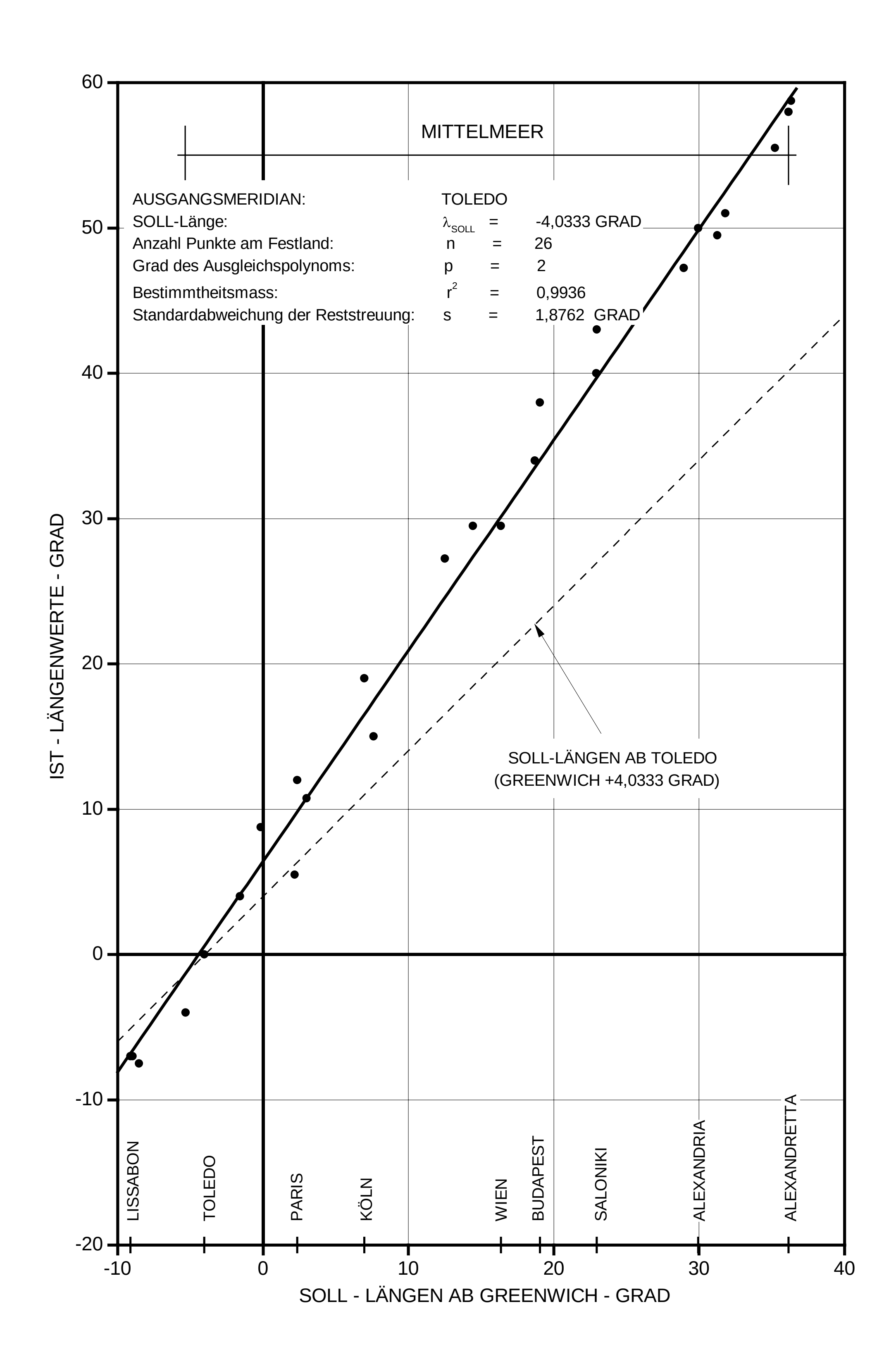


Abb. 4-3-6-2-b: Längenwerte der Weltkarte «Hemispherivm De Aequinoctiali Linea, Ad Circvlvm Poli | Arctici» von *Gerard de Jode*, 1593, für den Festlandsbereich der Untersuchung. Ausgangsmeridian: *Toledo*, 4°02' westlich von *Greenwich*.

		φ_{SOLL}	$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	φ_{IST}	$\lambda_{TOLE/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\ \varphi$	$\Delta\ \lambda$
NR	ORTSNAME		SOLL	SOLL		WK	WK		WK
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
1	KAP S. AUGUSTINO		-34,8333	-25,7000		-29,5000	-22,5000		-3,2000
2	CORVO AZ		-31,1333	-22,0000		-24,0000	-17,0000		-5,0000
3	GRACIOSA AZ		-28,0500	-18,9167		-21,0000	-14,0000		-4,9167
4	SANTA MARIA AZ, W		-25,2000	-16,0667		-20,0000	-13,0000		-3,0667
5	S. MIGUEL AZ, E		-25,1667	-16,0333		-19,5000	-12,5000		-3,5333
6	SAN ANTONIO KV		-25,0667	-15,9333		-19,2500	-12,2500		-3,6833
7	S. VINCENTE KV		-25,0000	-15,8667		-18,5000	-11,5000		-4,3667
8	FOGO KV		-24,4833	-15,3500		-13,0000	-6,0000		-9,3500
9	SANTIAGO KV		-23,5000	-14,3667		-17,7500	-10,7500		-3,6167
10	BOA VISTA KV		-22,8333	-13,7000		-15,5000	-8,5000		-5,2000
11	FERRO KA, W		-18,1500	-9,0167		-14,7500	-7,7500		-1,2667
12	PALMA KA, Sta. Cruz		-17,8333	-8,7000		-13,0000	-6,0000		-2,7000
13	KAP VERDE		-17,5500	-8,4167		-8,7500	-1,7500		-6,6667
14	MADEIRA, Z		-17,0000	-7,8667		-10,0000	-3,0000		-4,8667
15	LISSABON		-9,1333	0,0000		-7,0000	0,0000		0,0000
16	KAP ST. VINCENT		-8,9833	0,1500		-7,0000	0,0000		-0,1500
17	SANTIAGO DE COMP.		-8,5500	0,5833		-7,5000	-0,5000		-1,0833
18	CEUTA		-5,3167	3,8167		-4,0000	3,0000		-0,8167
19	TOLEDO		-4,0333	5,1000		0,0000	7,0000		1,9000
20	NANTES		-1,5833	7,5500		4,0000	11,0000		3,4500
21	LONDON		-0,1667	8,9667		8,7500	15,7500		6,7833
22	BARCELONA		2,1667	11,3000		5,5000	12,5000		1,2000
23	PARIS		2,3333	11,4667		12,0000	19,0000		7,5333
24	NARBONNE		3,0000	12,1333		10,7500	17,7500		5,6167
25	KÖLN		6,9500	16,0833		19,0000	26,0000		9,9167
26	BASEL		7,6000	16,7333		15,0000	22,0000		5,2667
27	ROM		12,5000	21,6333		27,2500	34,2500		12,6167
28	PRAG		14,4167	23,5500		29,5000	36,5000		12,9500
29	WIEN		16,3667	25,5000		29,5000	36,5000		11,0000
30	DANZIG		18,6833	27,8167		34,0000	41,0000		13,1833
31	BUDAPEST		19,0500	28,1833		38,0000	45,0000		16,8167
32	KORINTH		22,9167	32,0500		40,0000	47,0000		14,9500
33	SALONIKI		22,9667	32,1000		43,0000	50,0000		17,9000
34	ISTANBUL		28,9500	38,0833		47,2500	54,2500		16,1667
35	ALEXANDRIA		29,9167	39,0500		50,0000	57,0000		17,9500
36	KAIRO		31,2500	40,3833		49,5000	56,5000		16,1167
37	DAMIETTA		31,8000	40,9333		51,0000	58,0000		17,0667
38	JERUSALEM		35,2167	44,3500		55,5000	62,5000		18,1500
39	ALEXANDRETTA		36,1333	45,2667		58,0000	65,0000		19,7333
40	DAMASKUS		36,3167	45,4500		58,7500	65,7500		20,3000

Tab. 4-3-6-2: Längenfehler der Weltkarte «Hemispherivm De Aequinoctiali Linea, Ad Circvlvm Poli | Arctici» von *Gerard de Jode*, 1593. Ausgangsmeridian: *Toledo*, 4°02' westlich von *Greenwich*.

4-4 Gerhard Mercators Reformen der Kartographie

4-4-3 Globus und Einzelkarten

4-4-3-2 Der Mercator-Globus von 1541

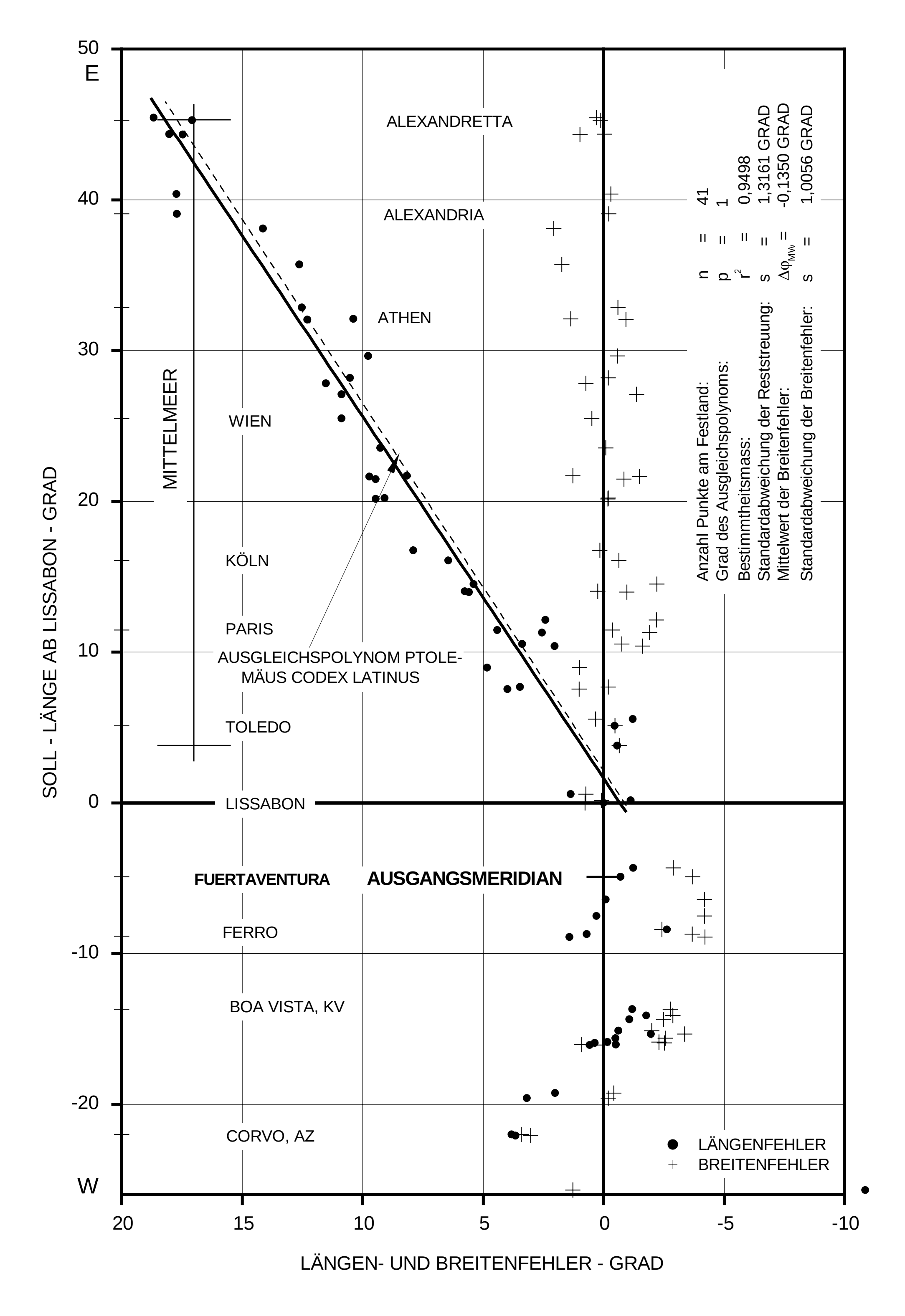


Abb. 4-4-3-2-a: Längen- und Breitenfehler der Globusstreifen *Gerhard Mercators*, 1541. Ausgangsmeridian: *Fuertaventura*, *Kanaren*, 14°02' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

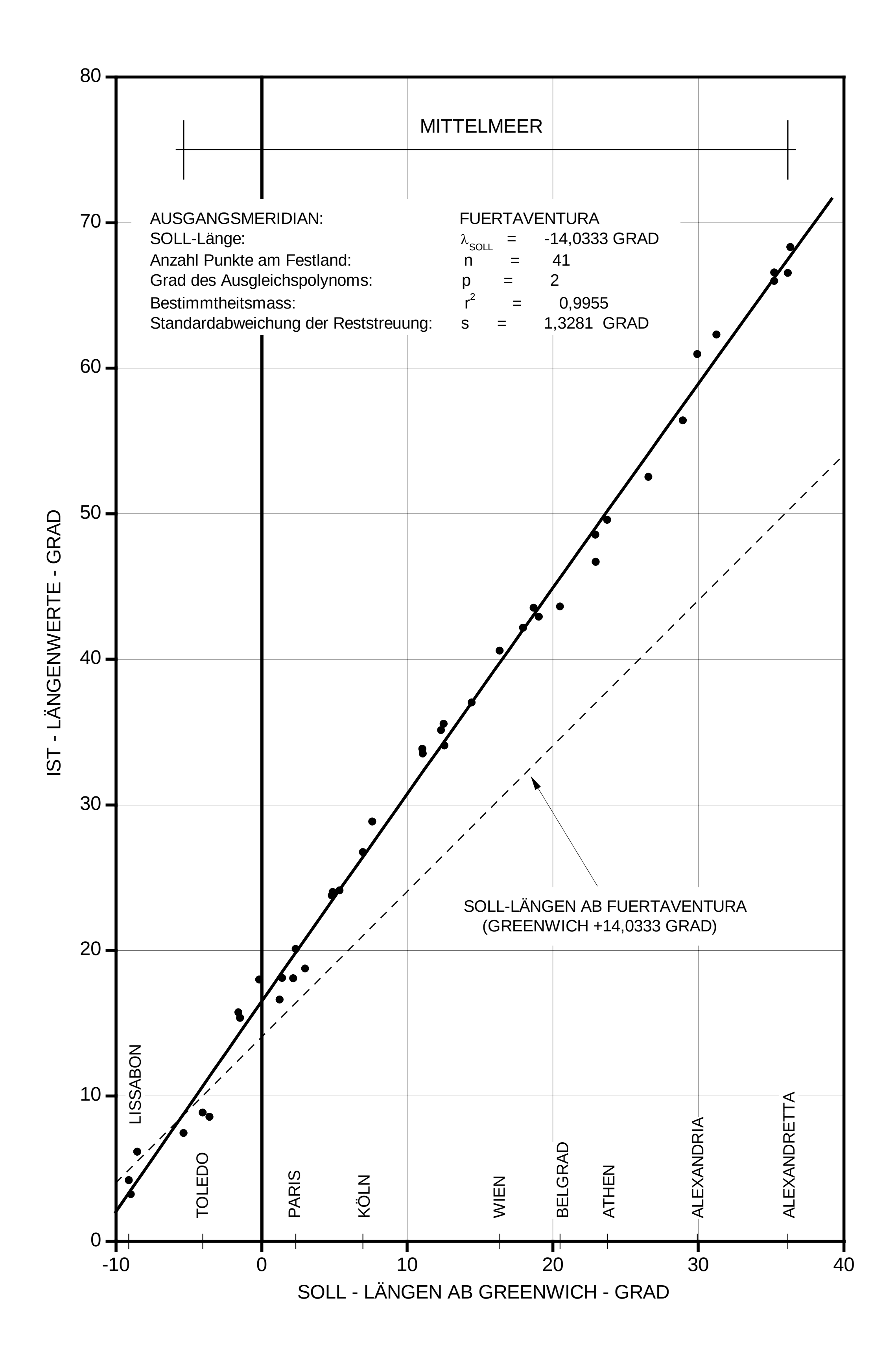


Abb. 4-4-3-2-b: Längenwerte der Globusstreifen *Gerhard Mercators*, 1541, für den Festlandsbereich der Untersuchung. Ausgangsmeridian: *Fuertaventura*, *Kanaren*, 14°02' westlich von *Greenwich*.

NR	ORTSNAME	φ_{SOLL} SOLL GRAD	$\lambda_{GR/SOLL}$ SOLL GRAD	$\lambda_{LIS/SOLL}$ SOLL GRAD	φ_{IST} GLOBUS GRAD	$\lambda_{FUERT/IST}$ GLOBUS GRAD	$\lambda_{LIS/IST}$ GLOBUS GRAD	$\Delta\ \varphi$ GLOBUS GRAD	$\Delta\ \lambda$ GLOBUS GRAD
1	KAP S. AUGUSTINO	-6,9667	-34,8333	-25,7000	-8,2500	-10,6322	-14,8395	1,2833	-10,8605
2	FLORES AZ	39,2167	-31,2167	-22,0833	42,2500	-21,5358	-25,7431	3,0333	3,6598
3	CORVO AZ	39,6833	-31,1333	-22,0000	43,1000	-21,6154	-25,8227	3,4167	3,8227
4	FAYAL AZ	38,6000	-28,7167	-19,5833	38,4000	-18,5612	-22,7685	-0,2000	3,1852
5	PICO AZ	38,4667	-28,4000	-19,2667	38,0500	-17,0714	-21,2787	-0,4167	2,0120
6	SANTA MARIA AZ	36,9500	-25,2000	-16,0667	37,0000	-12,4286	-16,6359	0,0500	0,5692
7	S. MIGUEL AZ E	37,5833	-25,1667	-16,0333	38,5000	-11,3133	-15,5206	0,9167	-0,5127
8	SAN ANTONIO KV	17,2167	-25,0667	-15,9333	14,7000	-12,0874	-16,2947	-2,5167	0,3614
9	S. VINCENTE KV	16,9000	-25,0000	-15,8667	14,6000	-11,4981	-15,7054	-2,3000	-0,1613
10	S. LUCIA KV	16,8000	-24,7500	-15,6167	14,2500	-10,9223	-15,1296	-2,5500	-0,4871
11	FOGO KV	14,8667	-24,4833	-15,3500	11,5000	-9,1731	-13,3804	-3,3667	-1,9696
12	S. NICOLAS KV	16,3000	-24,2500	-15,1167	14,3000	-10,2998	-14,5071	-2,0000	-0,6096
13	SANTIAGO KV	14,8833	-23,5000	-14,3667	12,4000	-9,0865	-13,2938	-2,4833	-1,0729
14	MAYO KV	15,1167	-23,2500	-14,1167	12,2500	-8,1346	-12,3419	-2,8667	-1,7748
15	BOA VISTA KV	15,9667	-22,8333	-13,7000	13,2000	-8,3010	-12,5083	-2,7667	-1,1917
16	FERRO KA Z	27,7000	-18,0000	-8,8667	23,5000	-6,1224	-10,3297	-4,2000	1,4630
17	PALMA KA Sta. Cruz	28,7833	-17,8333	-8,7000	25,1000	-5,1863	-9,3936	-3,6833	0,6936
18	KAP VERDE	14,7167	-17,5500	-8,4167	12,3000	-1,5865	-5,7938	-2,4167	-2,6229
19	TENERIFFA KA Pico	28,2833	-16,6500	-7,5167	24,1000	-3,6122	-7,8195	-4,1833	0,3028
20	GRAN CANARIA KA	27,9333	-15,5667	-6,4333	23,7500	-2,1429	-6,3502	-4,1833	-0,0831
21	FUERTAVENTURA KA	28,4000	-14,0333	-4,9000	24,7000	0,0000	-4,2073	-3,7000	-0,6927
22	LANZAROTE KA E	29,1333	-13,4500	-4,3167	26,2500	1,1170	-3,0903	-2,8833	-1,2264
23	LISSABON	38,7333	-9,1333	0,0000	39,5000	4,2073	0,0000	0,7667	0,0000
24	KAP ST. VINCENT	37,0167	-8,9833	0,1500	37,1000	3,2319	-0,9754	0,0833	-1,1254
25	SANTIAGO DE COMP.	42,8667	-8,5500	0,5833	43,6000	6,1538	1,9465	0,7333	1,3632
26	GIBRALTAR *)	36,1500	-5,3500	3,7833	35,5000	7,4318	3,2245	-0,6500	-0,5588
27	TOLEDO	39,8667	-4,0333	5,1000	39,4000	8,8554	4,6481	-0,4667	-0,4519
28	GRANADA	37,1667	-3,5833	5,5500	37,5000	8,5412	4,3339	0,3333	-1,2161
29	NANTES	47,2333	-1,5833	7,5500	48,2500	15,7500	11,5427	1,0167	3,9927
30	BAYONNE	43,5000	-1,4667	7,6667	43,3000	15,3462	11,1389	-0,2000	3,4722
31	LONDON	51,5000	-0,1667	8,9667	52,5000	18,0000	13,7927	1,0000	4,8260
32	TARRAGONA	41,1167	1,2500	10,3833	39,5000	16,6265	12,4192	-1,6167	2,0359
33	TOULOUSE	43,5500	1,4000	10,5333	42,8000	18,1139	13,9066	-0,7500	3,3733
34	BARCELONA	41,4167	2,1667	11,3000	39,5000	18,0723	13,8650	-1,9167	2,5650
35	PARIS	48,8667	2,3333	11,4667	48,5000	20,0833	15,8760	-0,3667	4,4093
36	NARBONNE	43,1833	3,0000	12,1333	41,0000	18,7500	14,5427	-2,1833	2,4094
37	LYON	45,7667	4,8333	13,9667	44,8000	23,7632	19,5559	-0,9667	5,5892
38	AMSTERDAM	52,3500	4,9000	14,0333	52,6000	24,0000	19,7927	0,2500	5,7594
39	MARSEILLE	43,3000	5,3667	14,5000	41,1000	24,1045	19,8972	-2,2000	5,3972
40	KÖLN	50,9333	6,9500	16,0833	50,3000	26,7391	22,5318	-0,6333	6,4485
41	BASEL	47,5500	7,6000	16,7333	47,7000	28,8398	24,6325	0,1500	7,8992
42	ERFURT	50,9667	11,0333	20,1667	50,8000	33,8382	29,6309	-0,1667	9,4642
43	NÜRNBERG	49,4500	11,0833	20,2167	49,2500	33,5143	29,3070	-0,2000	9,0903
44	VENEDIG	45,4333	12,3333	21,4667	44,6000	35,1316	30,9243	-0,8333	9,4576
45	ROM	41,8833	12,5000	21,6333	40,4000	35,5610	31,3537	-1,4833	9,7204
46	KOPENHAGEN	55,7167	12,5667	21,7000	57,0000	34,0678	29,8605	1,2833	8,1605
47	PRAG	50,0833	14,4167	23,5500	50,0000	37,0175	32,8102	-0,0833	9,2602

*) Gibraltar nicht eingetragen doch einwandfrei zu bestimmen

/Seite 2

		φ_{SOLL}	$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	φ_{IST}	$\lambda_{FUERT/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\ \varphi$	$\Delta\ \lambda$
NR	ORTSNAME	SOLL	SOLL	SOLL	GLOBUS	GLOBUS	GLOBUS	GLOBUS	GLOBUS
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
48	WIEN	48,2167	16,3667	25,5000	48,7000	40,5882	36,3809	0,4833	10,8809
49	BRINDISI	40,6167	17,9500	27,0833	39,2500	42,1583	37,9510	-1,3667	10,8677
50	DANZIG	54,3667	18,6833	27,8167	55,1000	43,5390	39,3317	0,7333	11,5150
51	BUDAPEST	47,5000	19,0500	28,1833	47,3000	42,9167	38,7094	-0,2000	10,5261
52	BELGRAD	44,8333	20,5000	29,6333	44,2500	43,6184	39,4111	-0,5833	9,7778
53	KORINTH	37,9333	22,9167	32,0500	37,0000	48,5581	44,3508	-0,9333	12,3008
54	SALONIKI	40,6333	22,9667	32,1000	42,0000	46,6875	42,4802	1,3667	10,3802
55	ATHEN	38,0000	23,7333	32,8667	37,4000	49,5882	45,3809	-0,6000	12,5142
56	EDIRNE	41,6667	26,5667	35,7000	43,4000	52,5385	48,3312	1,7333	12,6312
57	ISTANBUL	41,0333	28,9500	38,0833	43,1000	56,4231	52,2158	2,0667	14,1325
58	ALEXANDRIA	31,2167	29,9167	39,0500	31,0000	60,9677	56,7604	-0,2167	17,7104
59	KAIRO	30,0500	31,2500	40,3833	29,7500	62,3126	58,1053	-0,3000	17,7220
60	TYRUS	33,2667	35,2000	44,3333	34,2500	66,0000	61,7927	0,9833	17,4594
61	JERUSALEM	31,7833	35,2167	44,3500	31,7500	66,5717	62,3644	-0,0333	18,0144
62	OST-ENDE MITTELMEEI	36,6167	36,1333	45,2667	36,7500	66,5517	62,3444	0,1333	17,0777
63	DAMASKUS	33,5000	36,3167	45,4500	33,8000	68,3333	64,1260	0,3000	18,6760

Tab. 4-4-3-2: Längen- und Breitenfehler der Globusstreifen *Gerhard Mercators*, 1541. Ausgangsmeridian: *Fuertaventura*, *Kanaren*, 14°02' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

4-4-3-3 Gerhard Mercators Europakarte von 1572, (Erstausgabe 1554)

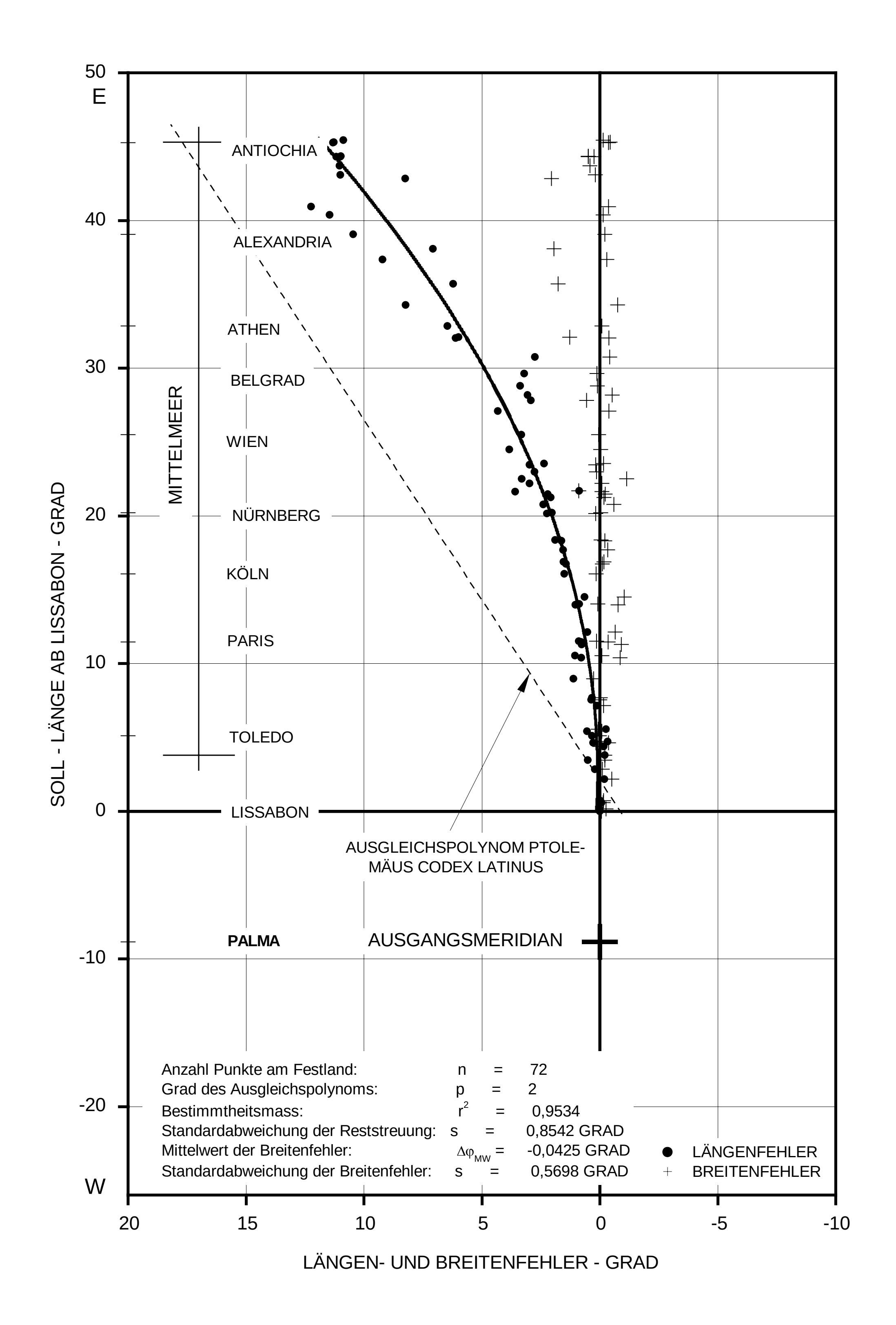


Abb. 4-4-3-3-a: Längen- und Breitenfehler der Europakarte <Europæ Descriptio> von *Gerhard Mercator* 1572. Ausgangsmeridian: *Palma*, 17°46' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

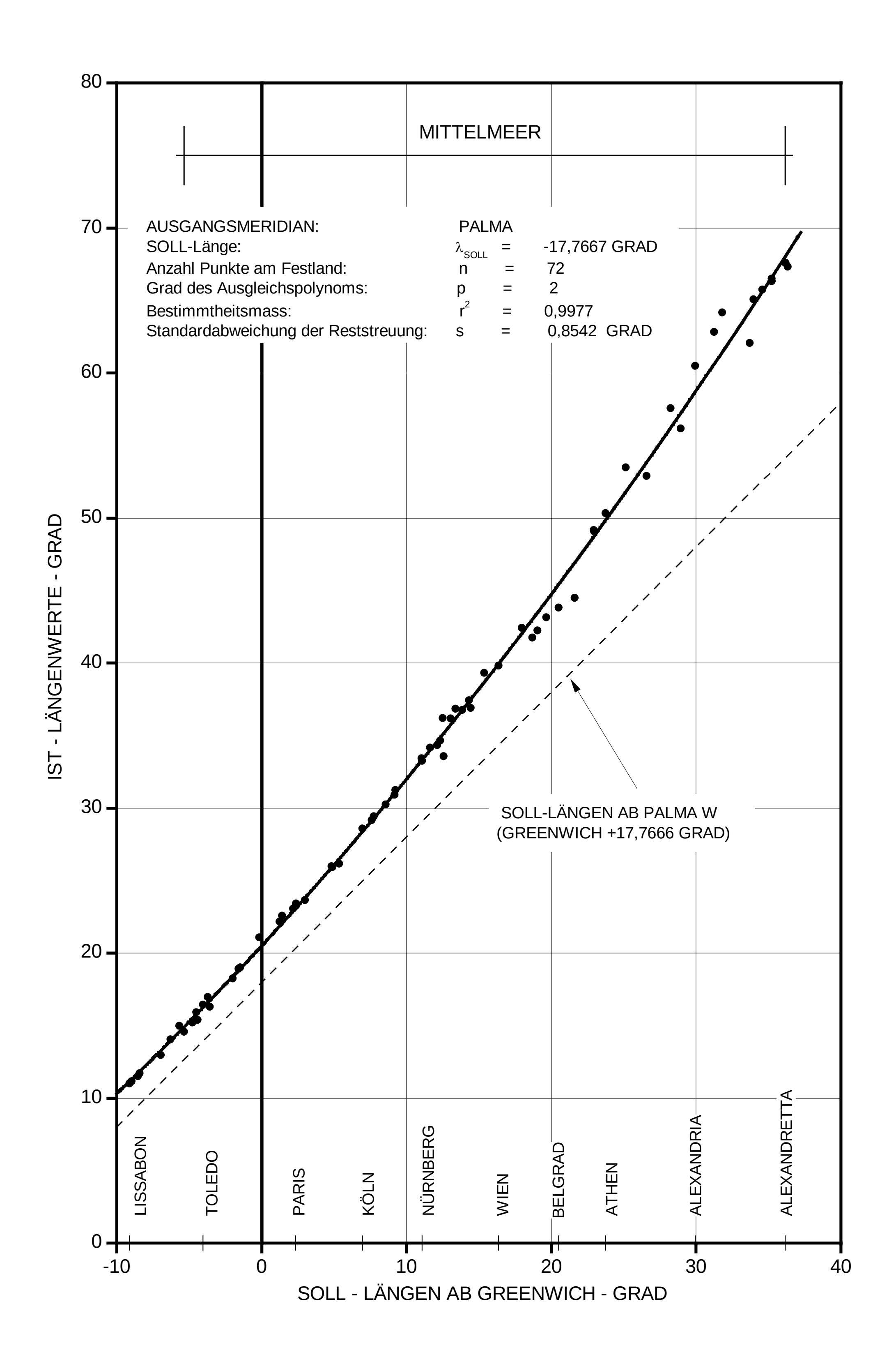


Abb. 4-4-3-3-b: Längenwerte der Europakarte <Europæ Descriptio> von *Gerhard Mercator*, 1554 und 1572 für den Festlandsbereich der Untersuchung. Ausgangsmeridian: *Palma*, 17°46' westlich von *Greenwich*.

		φ_{SOLL}	$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	φ_{IST}	$\lambda_{PALMA/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\ \varphi$	$\Delta\ \lambda$
NR	ORTSNAME	SOLL	SOLL	SOLL	EK	EK	EK	EK	EK
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
1	PALMA KA (Sta. Cruz)		-17,7667	-8,6333		0,0000	-11,0000		2,3667
2	LISSABON	38,7333	-9,1333	0,0000	38,6667	11,0000	0,0000	-0,0667	0,0000
3	KAP ST. VINCENT	37,0167	-8,9833	0,1500	36,7500	11,1667	0,1667	-0,2667	0,0167
4	SANTIAGO DE COMP.	42,8667	-8,5500	0,5833	42,7333	11,5167	0,5167	-0,1333	-0,0667
5	COIMBRA	40,2000	-8,4167	0,7167	40,0500	11,7000	0,7000	-0,1500	-0,0167
6	BADAJOZ	38,8833	-6,9667	2,1667	38,3833	12,9667	1,9667	-0,5000	-0,2000
7	CADIZ	36,5333	-6,3000	2,8333	36,4333	14,0500	3,0500	-0,1000	0,2167
8	SALAMANCA	40,9667	-5,6667	3,4667	40,7500	14,9667	3,9667	-0,2167	0,5000
9	GIBRALTAR	36,1500	-5,3500	3,7833	35,9333	14,5667	3,5667	-0,2167	-0,2167
10	CORDOBA	37,8833	-4,7667	4,3667	37,8833	15,2167	4,2167	0,0000	-0,1500
11	BREST	48,3833	-4,5000	4,6333	48,0167	15,9167	4,9167	-0,3667	0,2833
12	MALAGA	36,7167	-4,4167	4,7167	36,6500	15,3833	4,3833	-0,0667	-0,3333
13	TOLEDO	39,8667	-4,0333	5,1000	39,8833	16,4333	5,4333	0,0167	0,3333
14	MADRID	40,4167	-3,7167	5,4167	40,3333	16,9667	5,9667	-0,0833	0,5500
15	GRANADA	37,1667	-3,5833	5,5500	37,2333	16,2833	5,2833	0,0667	-0,2667
16	ST. MALO	48,6500	-2,0000	7,1333	48,5000	18,2500	7,2500	-0,1500	0,1167
17	NANTES	47,2333	-1,5833	7,5500	47,2333	18,9167	7,9167	0,0000	0,3667
18	BAYONNE	43,5000	-1,4667	7,6667	43,4833	19,0000	8,0000	-0,0167	0,3333
19	LONDON	51,5000	-0,1667	8,9667	51,7667	21,0833	10,0833	0,2667	1,1167
20	TARRAGONA	41,1167	1,2500	10,3833	40,2667	22,1667	11,1667	-0,8500	0,7833
21	TOULOUSE	43,5500	1,4000	10,5333	43,4667	22,5833	11,5833	-0,0833	1,0500
22	BARCELONA	41,4167	2,1667	11,3000	40,5000	23,0667	12,0667	-0,9167	0,7667
23	PARIS	48,8667	2,3333	11,4667	48,5167	23,2500	12,2500	-0,3500	0,7833
24	DÜNKIRCHEN	51,0333	2,3833	11,5167	51,1667	23,4167	12,4167	0,1333	0,9000
25	NARBONNE	43,1833	3,0000	12,1333	42,5333	23,6500	12,6500	-0,6500	0,5167
26	LYON	45,7667	4,8333	13,9667	45,0000	26,0000	15,0000	-0,7667	1,0333
27	AMSTERDAM	52,3500	4,9000	14,0333	52,4333	25,9167	14,9167	0,0833	0,8833
28	MARSEILLE	43,3000	5,3667	14,5000	42,2667	26,1500	15,1500	-1,0333	0,6500
29	KÖLN	50,9333	6,9500	16,0833	51,0833	28,5833	17,5833	0,1500	1,5000
30	BASEL	47,5500	7,6000	16,7333	47,4500	29,1667	18,1667	-0,1000	1,4333
31	STRASSBURG	48,5833	7,7500	16,8833	48,4167	29,4167	18,4167	-0,1667	1,5333
32	ZÜRICH	47,3833	8,5500	17,6833	47,0500	30,2500	19,2500	-0,3333	1,5667
33	KONSTANZ	47,6667	9,1667	18,3000	47,4500	30,9250	19,9250	-0,2167	1,6250
34	HEILBRONN	49,1333	9,2333	18,3667	49,0833	31,2500	20,2500	-0,0500	1,8833
35	ERFURT	50,9667	11,0333	20,1667	51,1333	33,4167	22,4167	0,1667	2,2500
36	NÜRNBERG	49,4500	11,0833	20,2167	49,4167	33,2500	22,2500	-0,0333	2,0333
37	FERRARA	44,8333	11,6333	20,7667	44,2333	34,1667	23,1667	-0,6000	2,4000
38	REGENSBURG	49,0167	12,1167	21,2500	48,8333	34,3333	23,3333	-0,1833	2,0833
39	VENEDIG	45,4333	12,3333	21,4667	45,2000	34,6667	23,6667	-0,2333	2,2000
40	ROM	41,8833	12,5000	21,6333	41,8000	36,2167	25,2167	-0,0833	3,5833
41	KOPENHAGEN	55,7167	12,5667	21,7000	56,6167	33,5833	22,5833	0,9000	0,8833
42	SALZBURG	47,9000	13,0500	22,1833	47,8167	36,1667	25,1667	-0,0833	2,9833
43	PALERMO	38,1333	13,3833	22,5167	37,0000	36,8333	25,8333	-1,1333	3,3167
44	VILLACH	46,6167	13,8500	22,9833	46,7500	36,7500	25,7500	0,1333	2,7667
45	KLAGENFURT	46,6264	14,3083	23,4417	46,8000	37,4167	26,4167	0,1736	2,9750
46	PRAG	50,0833	14,4167	23,5500	49,9333	36,9167	25,9167	-0,1500	2,3667
47	GRAZ	47,0833	15,3667	24,5000	47,0500	39,3333	28,3333	-0,0333	3,8333

/Seite 2

		φ_{SOLL}	$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	φ_{IST}	$\lambda_{PALMA/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\varphi$	$\Delta\lambda$
NR	ORTSNAME	SOLL	SOLL	SOLL	EK	EK	EK	EK	EK
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
48	WIEN	48,2167	16,3667	25,5000	48,2667	39,8333	28,8333	0,0500	3,3333
49	BRINDISI	40,6167	17,9500	27,0833	40,2333	42,4167	31,4167	-0,3833	4,3333
50	DANZIG	54,3667	18,6833	27,8167	54,9333	41,7500	30,7500	0,5667	2,9333
51	BUDAPEST	47,5000	19,0500	28,1833	46,9833	42,2500	31,2500	-0,5167	3,0667
52	SIRMIUM	44,9833	19,6500	28,7833	45,0833	43,1667	32,1667	0,1000	3,3833
53	BELGRAD	44,8333	20,5000	29,6333	44,9500	43,8333	32,8333	0,1167	3,2000
54	DEBRECEN	47,5000	21,6167	30,7500	47,0833	44,5000	33,5000	-0,4167	2,7500
55	KORINTH	37,9333	22,9167	32,0500	37,5500	49,1667	38,1667	-0,3833	6,1167
56	SALONIKI	40,6333	22,9667	32,1000	41,9167	49,0833	38,0833	1,2833	5,9833
57	ATHEN	38,0000	23,7333	32,8667	37,9167	50,3333	39,3333	-0,0833	6,4667
58	CANDIA	35,3333	25,1333	34,2667	34,5833	53,5000	42,5000	-0,7500	8,2333
59	EDIRNE	41,6667	26,5667	35,7000	43,4333	52,9167	41,9167	1,7667	6,2167
60	RHODOS	36,4333	28,2333	37,3667	36,1333	57,5833	46,5833	-0,3000	9,2167
61	ISTANBUL	41,0333	28,9500	38,0833	42,9833	56,1667	45,1667	1,9500	7,0833
62	ALEXANDRIA	31,2167	29,9167	39,0500	31,0000	60,5000	49,5000	-0,2167	10,4500
63	KAIRO	30,0500	31,2500	40,3833	29,9167	62,8333	51,8333	-0,1333	11,4500
64	DAMIETTA	31,4333	31,8000	40,9333	31,0667	64,1667	53,1667	-0,3667	12,2333
65	PEREKOP	46,1667	33,7000	42,8333	48,2167	62,0833	51,0833	2,0500	8,2500
66	FAMAGUSTA	35,1167	33,9500	43,0833	35,3167	65,0833	54,0833	0,2000	11,0000
67	ASCALON	31,6667	34,5833	43,7167	32,0833	65,7500	54,7500	0,4167	11,0333
68	BETHLEHEM	31,7000	35,2000	44,3333	32,1833	66,3333	55,3333	0,4833	11,0000
69	TYRUS	33,2667	35,2000	44,3333	33,5167	66,5000	55,5000	0,2500	11,1667
70	JERUSALEM	31,7833	35,2167	44,3500	32,2667	66,3333	55,3333	0,4833	10,9833
71	ALEXANDRETTA	36,6167	36,1333	45,2667	36,2500	67,5833	56,5833	-0,3667	11,3167
72	ANTIOCHIA	36,2000	36,1667	45,3000	35,7667	67,5833	56,5833	-0,4333	11,2833
73	DAMASKUS	33,5000	36,3167	45,4500	33,3667	67,3333	56,3333	-0,1333	10,8833

Tab. 4-4-3-3: Längen- und Breitenfehler der Europakarte <Europæ Descriptio> von *Gerhard Mercator* 1572. Ausgangsmeridian: *Palma*, 17°46' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

4-4-3-4 Gerhard Mercators Weltkarte von 1569

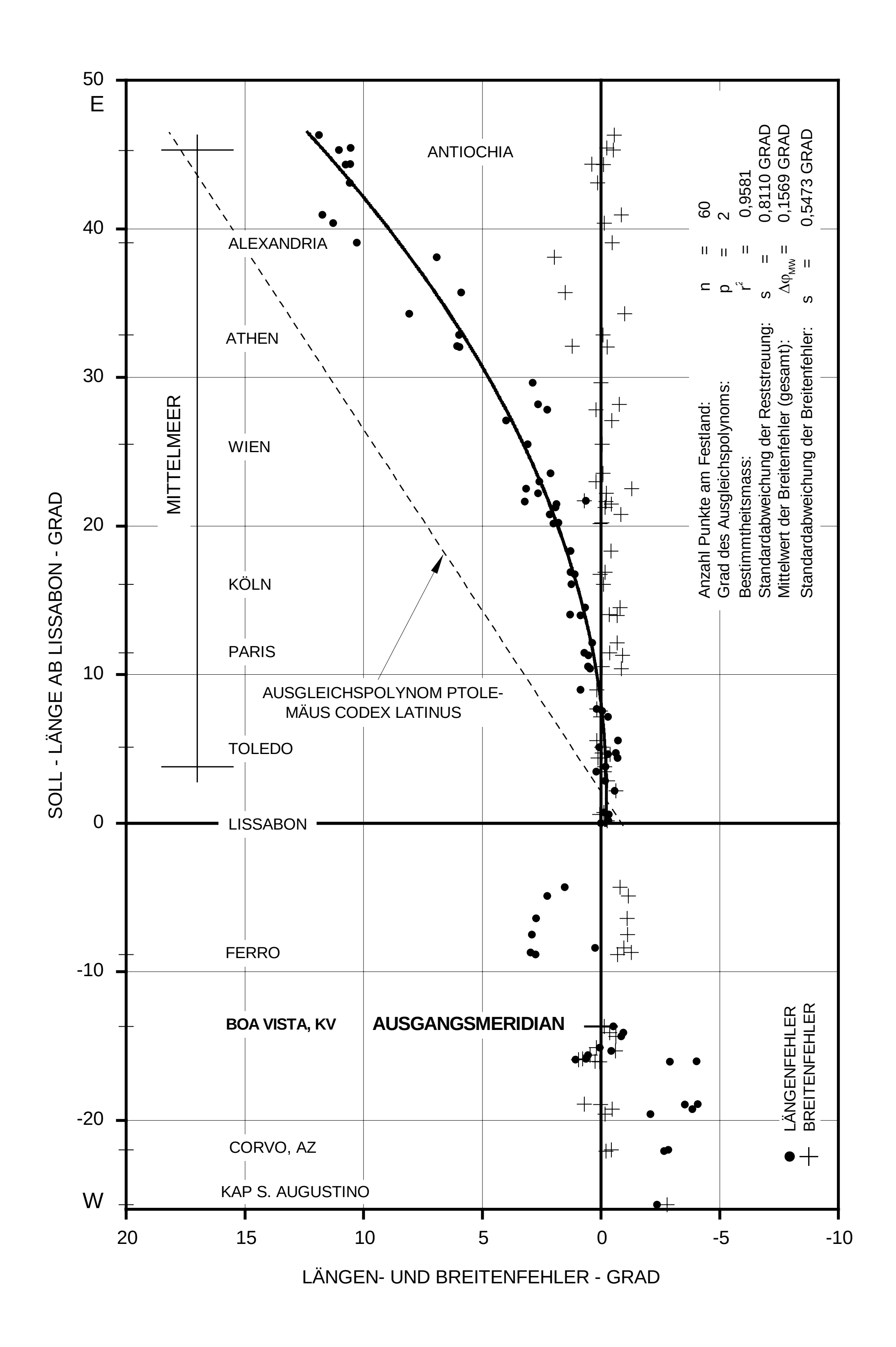


Abb. 4-4-3-4-a: Längen- und Breitenfehler der Weltkarte <ad usum nauigantium> *Gerhard Mercators*, 1569. Ausgangsmeridian: *Boa Vista*, *Kap Verden*, 22°50' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

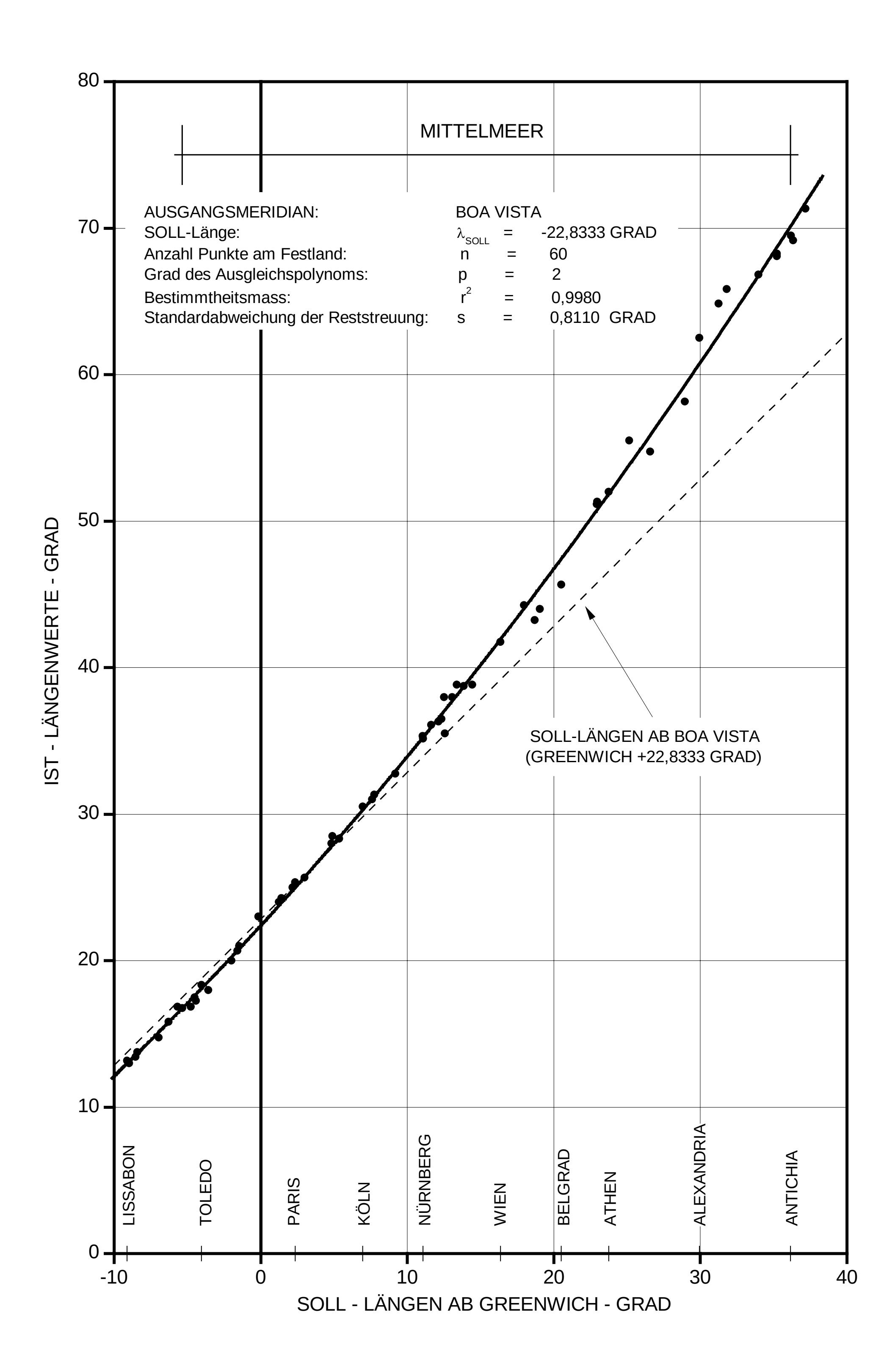


Abb. 4-4-3-4-b: Längenwerte der Weltkarte <ad usum nauigantium> *Gerhard Mercators*, 1569, für den Festlandsbereich der Untersuchung. Ausgangsmeridian: *Boa Vista, Kap Verden*, 22°50' westlich von *Greenwich*.

		φ_{SOLL}	$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	φ_{IST}	$\lambda_{BOAV/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\,\varphi$	$\Delta\,\lambda$
NR	ORTSNAME	SOLL	SOLL	SOLL	WK	WK	WK	WK	WK
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
1	KAP S. AUGUSTINO	-6,9667	-34,8333	-25,7000	-9,7500	-10,1667	-23,3333	2,7833	-2,3667
2	FLORES AZ	39,2167	-31,2167	-22,0833	39,0000	-6,2500	-19,4167	-0,2167	-2,6667
3	CORVO AZ	39,6833	-31,1333	-22,0000	39,2500	-6,0000	-19,1667	-0,4333	-2,8333
4	FAYAL AZ	38,6000	-28,7167	-19,5833	38,4167	-4,3333	-17,5000	-0,1833	-2,0833
5	PICO AZ	38,4667	-28,4000	-19,2667	38,0000	-2,2500	-15,4167	-0,4667	-3,8500
6	S. JORGE AZ	38,6500	-28,0833	-18,9500	38,6667	-2,2500	-15,4167	0,0167	-3,5333
7	GRACIOSA AZ	39,0500	-28,0500	-18,9167	39,7500	-1,6667	-14,8333	0,7000	-4,0833
8	SANTA MARIA AZ	36,9500	-25,2000	-16,0667	37,0000	0,0000	-13,1667	0,0500	-2,9000
9	S. MIGUEL AZ, E	37,5833	-25,1667	-16,0333	37,8333	1,1667	-12,0000	0,2500	-4,0333
10	SAN ANTONIO KV	17,2167	-25,0667	-15,9333	18,1667	-3,8333	-17,0000	0,9500	1,0667
11	S. VINCENTE KV	16,9000	-25,0000	-15,8667	17,6667	-3,3333	-16,5000	0,7667	0,6333
12	S. LUCIA KV	16,8000	-24,7500	-15,6167	17,2500	-3,0000	-16,1667	0,4500	0,5500
13	FOGO KV	14,8667	-24,4833	-15,3500	14,2500	-1,7500	-14,9167	-0,6167	-0,4333
14	S. NICOLAS KV	16,3000	-24,2500	-15,1167	16,5000	-2,0000	-15,1667	0,2000	0,0500
15	SANTIAGO KV	14,8833	-23,5000	-14,3667	14,2500	-0,3333	-13,5000	-0,6333	-0,8667
16	MAYO KV	15,1167	-23,2500	-14,1167	14,7500	0,0000	-13,1667	-0,3667	-0,9500
17	BOA VISTA KV	15,9667	-22,8333	-13,7000	15,8333	0,0000	-13,1667	-0,1333	-0,5333
18	FERRO KA, W	27,7000	-18,1500	-9,0167	27,0000	1,5000	-11,6667	-0,7000	2,6500
19	PALMA KA, Sta. Cruz	28,7833	-17,8333	-8,7000	27,5000	1,5000	-11,6667	-1,2833	2,9667
20	KAP VERDE	14,7167	-17,5500	-8,4167	13,7500	4,5000	-8,6667	-0,9667	0,2500
21	TENERIFFA KA, Pico	28,2833	-16,6500	-7,5167	27,1667	2,7500	-10,4167	-1,1167	2,9000
22	GRAN KAARIA KA	27,9333	-15,5667	-6,4333	26,8333	4,0000	-9,1667	-1,1000	2,7333
23	FUERTAVENTURA KA	28,4000	-14,0333	-4,9000	27,2500	6,0000	-7,1667	-1,1500	2,2667
24	LANZAROTE KA, E	29,1333	-13,4500	-4,3167	28,3333	7,3333	-5,8333	-0,8000	1,5167
25	LISSABON	38,7333	-9,1333	0,0000	38,7500	13,1667	0,0000	0,0167	0,0000
26	KAP ST. VINCENT	37,0167	-8,9833	0,1500	36,7500	13,0000	-0,1667	-0,2667	-0,3167
27	SANTIAGO DE COMP.	42,8667	-8,5500	0,5833	42,9167	13,4167	0,2500	0,0500	-0,3333
28	COIMBRA	40,2000	-8,4167	0,7167	40,0833	13,7500	0,5833	-0,1167	-0,1333
29	BADAJOZ	38,8833	-6,9667	2,1667	38,2500	14,7500	1,5833	-0,6333	-0,5833
30	CADIZ	36,5333	-6,3000	2,8333	36,2500	15,8333	2,6667	-0,2833	-0,1667
31	SALAMANCA	40,9667	-5,6667	3,4667	40,8333	16,8333	3,6667	-0,1333	0,2000
32	CEUTA	35,8833	-5,3167	3,8167	35,5000	16,6667	3,5000	-0,3833	-0,3167
33	CORDOBA	37,8833	-4,7667	4,3667	38,0000	16,8333	3,6667	0,1167	-0,7000
34	BREST	48,3833	-4,5000	4,6333	48,0000	17,5000	4,3333	-0,3833	-0,3000
35	MALAGA	36,7167	-4,4167	4,7167	36,6667	17,2500	4,0833	-0,0500	-0,6333
36	TOLEDO	39,8667	-4,0333	5,1000	39,8333	18,3333	5,1667	-0,0333	0,0667
37	GRANADA	37,1667	-3,5833	5,5500	37,3333	18,0000	4,8333	0,1667	-0,7167
38	ST. MALO	48,6500	-2,0000	7,1333	48,6667	20,0000	6,8333	0,0167	-0,3000
39	NANTES	47,2333	-1,5833	7,5500	47,2500	20,6667	7,5000	0,0167	-0,0500
40	BAYONNE	43,5000	-1,4667	7,6667	43,6667	21,0000	7,8333	0,1667	0,1667
41	LONDON	51,5000	-0,1667	8,9667	51,6667	23,0000	9,8333	0,1667	0,8667
42	TARRAGONA	41,1167	1,2500	10,3833	40,2500	24,0000	10,8333	-0,8667	0,4500
43	TOULOUSE	43,5500	1,4000	10,5333	43,5000	24,2500	11,0833	-0,0500	0,5500

/Seite 2

NR	ORTSNAME	φ_{SOLL} SOLL GRAD	$\lambda_{GR/SOLL}$ SOLL GRAD	$\lambda_{LIS/SOLL}$ SOLL GRAD	φ_{IST} WK GRAD	$\lambda_{BOAV/IST}$ WK GRAD	$\lambda_{LIS/IST}$ WK GRAD	$\Delta\varphi$ WK GRAD	$\Delta\lambda$ WK GRAD
44	BARCELONA	41,4167	2,1667	11,3000	40,5000	25,0000	11,8333	-0,9167	0,5333
45	PARIS	48,8667	2,3333	11,4667	48,5000	25,3333	12,1667	-0,3667	0,7000
46	NARBONNE	43,1833	3,0000	12,1333	42,5000	25,6667	12,5000	-0,6833	0,3667
47	LYON	45,7667	4,8333	13,9667	45,0833	28,0000	14,8333	-0,6833	0,8667
48	AMSTERDAM	52,3500	4,9000	14,0333	52,0000	28,5000	15,3333	-0,3500	1,3000
49	MARSEILLE	43,3000	5,3667	14,5000	42,5000	28,3333	15,1667	-0,8000	0,6667
50	KÖLN	50,9333	6,9500	16,0833	50,8333	30,5000	17,3333	-0,1000	1,2500
51	BASEL	47,5500	7,6000	16,7333	47,5833	31,0000	17,8333	0,0333	1,1000
52	STRASSBURG	48,5833	7,7500	16,8833	48,4167	31,3333	18,1667	-0,1667	1,2833
53	KONSTANZ	47,6667	9,1667	18,3000	47,2500	32,7500	19,5833	-0,4167	1,2833
54	ERFURT	50,9667	11,0333	20,1667	51,0000	35,3333	22,1667	0,0333	2,0000
55	NÜRNBERG	49,4500	11,0833	20,2167	49,4167	35,1667	22,0000	-0,0333	1,7833
56	FERRARA	44,8333	11,6333	20,7667	44,0000	36,0833	22,9167	-0,8333	2,1500
57	REGENSBURG	49,0167	12,1167	21,2500	48,8333	36,3333	23,1667	-0,1833	1,9167
58	VENEDIG	45,4333	12,3333	21,4667	45,0000	36,5000	23,3333	-0,4333	1,8667
59	ROM	41,8833	12,5000	21,6333	41,6667	38,0000	24,8333	-0,2167	3,2000
60	KOPENHAGEN	55,7167	12,5667	21,7000	56,4167	35,5000	22,3333	0,7000	0,6333
61	SALZBURG	47,9000	13,0500	22,1833	47,6667	38,0000	24,8333	-0,2333	2,6500
62	PALERMO	38,1333	13,3833	22,5167	36,8333	38,8333	25,6667	-1,3000	3,1500
63	VILLACH	46,6167	13,8500	22,9833	46,8333	38,7500	25,5833	0,2167	2,6000
64	PRAG	50,0833	14,4167	23,5500	50,0000	38,8333	25,6667	-0,0833	2,1167
65	WIEN	48,2167	16,3667	25,5000	48,1667	41,7500	28,5833	-0,0500	3,0833
66	BRINDISI	40,6167	17,9500	27,0833	40,1667	44,2500	31,0833	-0,4500	4,0000
67	DANZIG	54,3667	18,6833	27,8167	54,5833	43,2500	30,0833	0,2167	2,2667
68	BUDAPEST	47,5000	19,0500	28,1833	46,7333	44,0000	30,8333	-0,7667	2,6500
69	BELGRAD	44,8333	20,5000	29,6333	44,8333	45,6667	32,5000	0,0000	2,8667
70	KORINTH	37,9333	22,9167	32,0500	37,6667	51,1667	38,0000	-0,2667	5,9500
71	SALONIKI	40,6333	22,9667	32,1000	41,8333	51,3333	38,1667	1,2000	6,0667
72	ATHEN	38,0000	23,7333	32,8667	37,9167	52,0000	38,8333	-0,0833	5,9667
73	CANDIA	35,3333	25,1333	34,2667	34,3333	55,5000	42,3333	-1,0000	8,0667
74	EDIRNE	41,6667	26,5667	35,7000	43,1667	54,7500	41,5833	1,5000	5,8833
75	ISTANBUL	41,0333	28,9500	38,0833	43,0000	58,1667	45,0000	1,9667	6,9167
76	ALEXANDRIA	31,2167	29,9167	39,0500	30,7500	62,5000	49,3333	-0,4667	10,2833
77	KAIRO	30,0500	31,2500	40,3833	29,9167	64,8333	51,6667	-0,1333	11,2833
78	DAMIETTA	31,4333	31,8000	40,9333	30,5833	65,8333	52,6667	-0,8500	11,7333
79	FAMAGUSTA	35,1167	33,9500	43,0833	35,2500	66,8333	53,6667	0,1333	10,5833
80	TYRUS	33,2667	35,2000	44,3333	33,1667	68,2500	55,0833	-0,1000	10,7500
81	JERUSALEM	31,7833	35,2167	44,3500	32,1667	68,0833	54,9167	0,3833	10,5667
82	ANTIOCHIA	36,2000	36,1667	45,3000	35,6667	69,5000	56,3333	-0,5333	11,0333
83	DAMASKUS	33,5000	36,3167	45,4500	33,2500	69,1667	56,0000	-0,2500	10,5500
84	ALEPPO	36,2333	37,1667	46,3000	35,6667	71,3333	58,1667	-0,5667	11,8667

Tab. 4-4-3-4: Längen- und Breitenfehler der Weltkarte <ad usum nauigantium> *Gerhard Mercators*, 1569. Ausgangsmeridian: *Boa Vista, Kap Verden*, 22°50' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

4-4-4 *Gerhard Mercators* Atlas von 1595

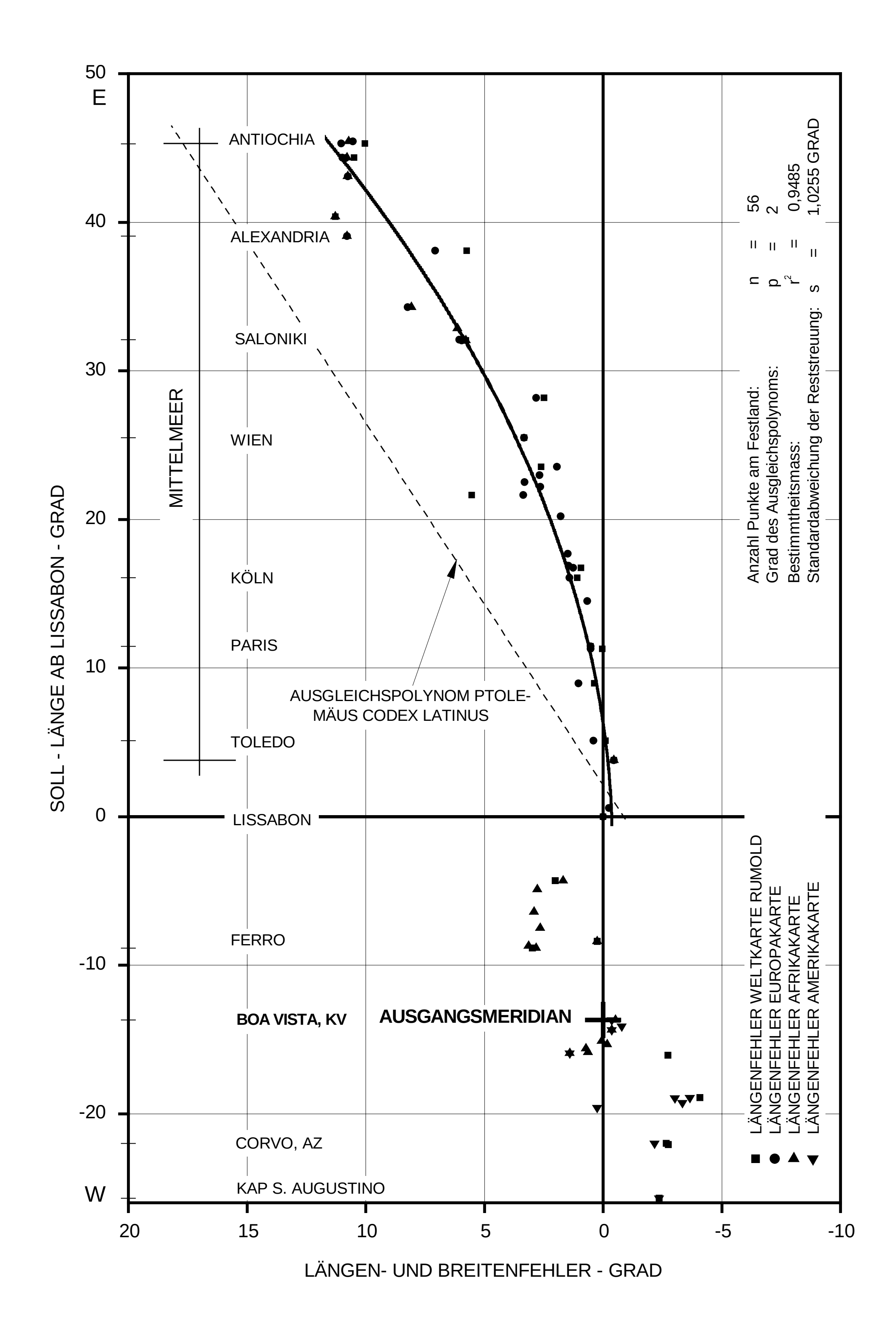


Abb. 4-4-4-a: Längenfehler der Weltkarte *Rumold Mercators*, 1587 und der Erdteilkarten des Mercator-Atlas von 1595. Ausgangsmeridian: *Boa Vista, Kap Verden*, 22°50' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

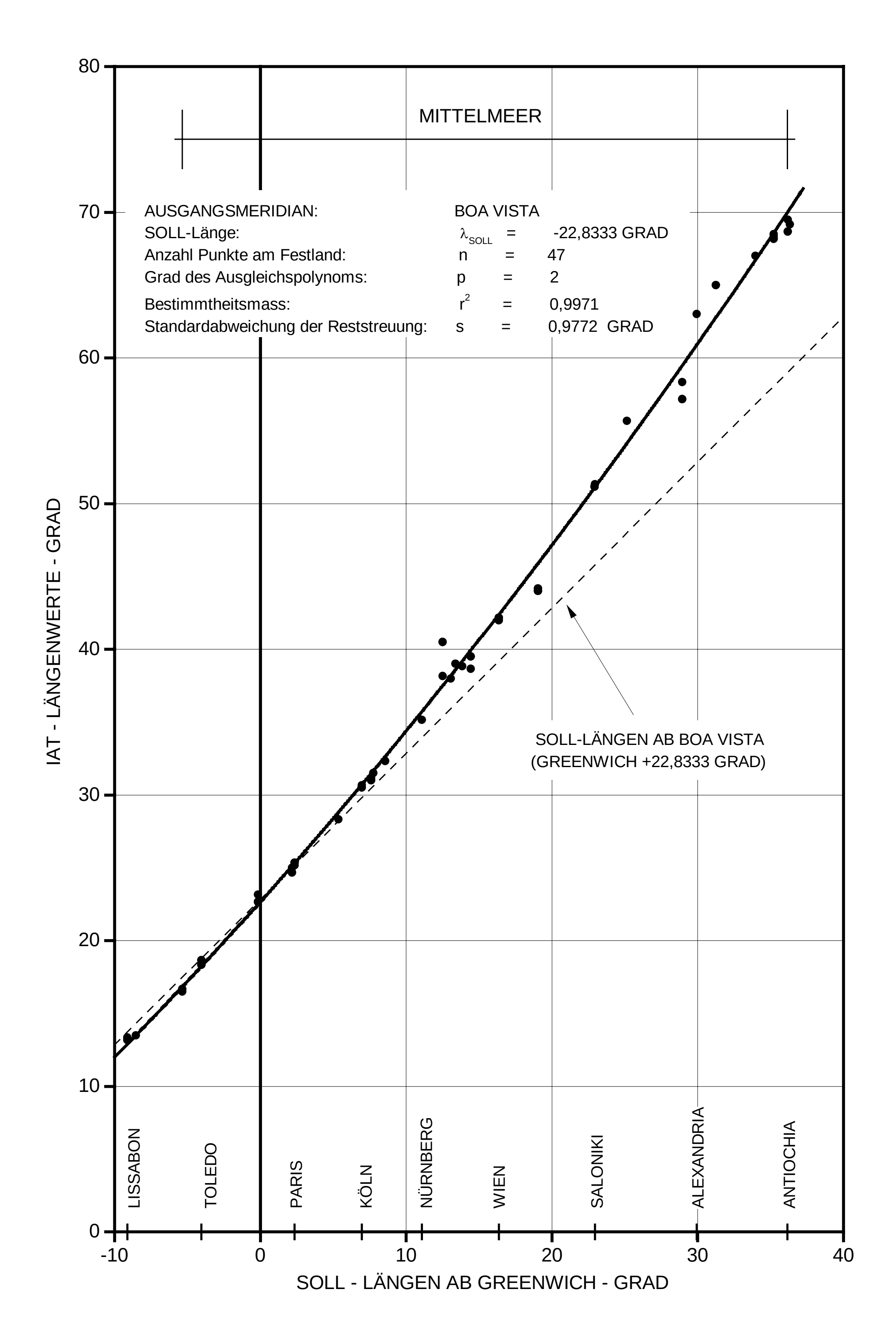


Abb. 4-4-4-b: Längenwerte der Weltkarte *Rumold Mercators* von 1587 und der Europakarte des Mercator-Atlas von 1595 für den Festlandsbereich der Untersuchung. Ausgangsmeridian: *Boa Vista, Kap Verden*, 22°50' westlich von *Greenwich*.

		$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	$\lambda_{BOAV/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\lambda$	$\lambda_{BOAV/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\lambda$
NR	ORTSNAME	SOLL	SOLL	WK 1587	WK 1587	WK 1587	EK 1595	EK 1595	EK 1595
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
1	KAP S. AUGUSTINO	-34,8333	-25,7000	-10,0000	-23,3333	-2,3667			
2	FLORES AZ	-31,2167	-22,0833	-6,0000	-19,3333	-2,7500			
3	CORVO AZ	-31,1333	-22,0000	-6,0000	-19,3333	-2,6667			
4	GRACIOSA AZ	-28,0500	-18,9167	-1,5000	-14,8333	-4,0833			
5	SANTA MARIA AZ, W	-25,2000	-16,0667	0,0000	-13,3333	-2,7333			
6	FERRO KA, W	-18,1500	-9,0167	1,3333	-12,0000	2,9833			
7	KAP VERDE	-17,5500	-8,4167	4,6667	-8,6667	0,2500			
8	LANZAROTE KA, E	-13,4500	-4,3167	7,0000	-6,3333	2,0167			
9	LISSABON	-9,1333	0,0000	13,3333	0,0000	0,0000	13,1667	0,0000	0,0000
10	SANTIAGO DE COMP.	-8,5500	0,5833				13,5000	0,3333	-0,2500
11	GIBRALTAR	-5,3500	3,7833	16,6667	3,3333	-0,4500	16,5000	3,3333	-0,4500
12	TOLEDO	-4,0333	5,1000	18,3333	5,0000	-0,1000	18,6667	5,5000	0,4000
13	LONDON	-0,1667	8,9667	22,6667	9,3333	0,3667	23,1667	10,0000	1,0333
14	BARCELONA	2,1667	11,3000	24,6667	11,3333	0,0333	25,0000	11,8333	0,5333
15	PARIS	2,3333	11,4667	25,3333	12,0000	0,5333	25,1667	12,0000	0,5333
16	MARSEILLE	5,3667	14,5000				28,3333	15,1667	0,6667
17	KÖLN	6,9500	16,0833	30,5000	17,1667	1,0833	30,6667	17,5000	1,4167
18	BASEL	7,6000	16,7333	31,0000	17,6667	0,9333	31,1667	18,0000	1,2667
19	STRASSBURG	7,7500	16,8833				31,5000	18,3333	1,4500
20	ZÜRICH	8,5500	17,6833				32,3333	19,1667	1,4833
21	NÜRNBERG	11,0833	20,2167				35,1667	22,0000	1,7833
22	ROM	12,5000	21,6333	40,5000	27,1667	5,5333	38,1667	25,0000	3,3667
23	SALZBURG	13,0500	22,1833				38,0000	24,8333	2,6500
24	PALERMO	13,3833	22,5167				39,0000	25,8333	3,3167
25	VILLACH	13,8500	22,9833				38,8333	25,6667	2,6833
26	PRAG	14,4167	23,5500	39,5000	26,1667	2,6167	38,6667	25,5000	1,9500
27	WIEN	16,3667	25,5000	42,1667	28,8333	3,3333	42,0000	28,8333	3,3333
28	BUDAPEST	19,0500	28,1833	44,0000	30,6667	2,4833	44,1667	31,0000	2,8167
29	KORINTH	22,9167	32,0500	51,1667	37,8333	5,7833	51,1667	38,0000	5,9500
30	SALONIKI	22,9667	32,1000				51,3333	38,1667	6,0667
31	CANDIA	25,1333	34,2667				55,6667	42,5000	8,2333
32	ISTANBUL	28,9500	38,0833	57,1667	43,8333	5,7500	58,3333	45,1667	7,0833
33	ALEXANDRIA	29,9167	39,0500				63,0000	49,8333	10,7833
34	KAIRO	31,2500	40,3833	65,0000	51,6667	11,2833			
35	FAMAGUSTA	33,9500	43,0833				67,0000	53,8333	10,7500
36	TYRUS, Tyre	35,2000	44,3333				68,3333	55,1667	10,8333
37	JERUSALEM	35,2167	44,3500	68,1667	54,8333	10,4833	68,5000	55,3333	10,9833
38	ANTIOCHIA	36,1667	45,3000	68,6667	55,3333	10,0333	69,5000	56,3333	11,0333
39	DAMASKUS	36,3167	45,4500				69,1667	56,0000	10,5500

Tab. 4-4-4-a: Längenfehler der Weltkarte *Rumold Mercators*, 1587 und der Erdteilkarte von Europa des Mercator-Atlas von 1595. Ausgangsmeridian: *Boa Vista*, *Kap Verden*, 22°50' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

		$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	$\lambda_{BOAV/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\lambda$	$\lambda_{BOAV/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\lambda$
NR	ORTSNAME	SOLL	SOLL	AMK	AMK	AMK	AFK	AFK	AFK
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
1	KAP S. AUGUSTINO	-34,8333	-25,7000	-10,1667	-23,3333	-2,3667			
2	CORVO AZ, Z	-31,1333	-22,0000	-6,6667	-19,8333	-2,1667			
3	FAYAL AZ, Z	-28,7167	-19,5833	-6,6667	-19,8333	0,2500			
4	PICO AZ, Z	-28,4000	-19,2667	-2,7500	-15,9167	-3,3500			
5	S. JORGE AZ, Z	-28,0833	-18,9500	-2,7500	-15,9167	-3,0333			
6	GRACIOSA AZ, Z	-28,0500	-18,9167	-2,0833	-15,2500	-3,6667			
7	SAN ANTONIO KV, Z	-25,0667	-15,9333	-4,1667	-17,3333	1,4000	355,5000	-17,3333	1,4000
8	S. VINCENTE KV, Z	-25,0000	-15,8667				356,4000	-16,5000	0,6333
9	S. LUCIA KV, Z	-24,7500	-15,6167				356,5000	-16,3333	0,7167
10	FOGO KV, Z	-24,4833	-15,3500				358,0000	-15,1667	-0,1833
11	S. NICOLAS KV, Z	-24,2500	-15,1167				358,0000	-15,1667	0,0500
12	SANTIAGO KV, Z	-23,5000	-14,3667	-0,8333	-14,0000	-0,3667	359,1000	-14,0000	-0,3667
13	MAYO KV, Z	-23,2500	-14,1167	-0,1667	-13,3333	-0,7833			
14	BOA VISTA KV, Z	-22,8333	-13,7000	-0,1667	-13,3333	-0,3667	0,0000	-13,1667	-0,5333
15	FERRO KA, W	-18,1500	-9,0167				1,2000	-11,8333	2,8167
16	PALMA KA, Sta. Cruz	-17,8333	-8,7000				1,2000	-11,8333	3,1333
17	KAP VERDE	-17,5500	-8,4167				4,3000	-8,6667	0,2500
18	TENERIFFA KA, Pico	-16,6500	-7,5167				3,0000	-10,1667	2,6500
19	GRAN KAARIA KA, Zentr	-15,5667	-6,4333				3,5000	-9,3333	2,9000
20	FUERTA VENTURA KA,	-14,0333	-4,9000				5,3000	-7,6667	2,7667
21	LANZAROTE KA, E	-13,4500	-4,3167				7,1000	-6,0000	1,6833
22	GIBRALTAR	-5,3500	3,7833				16,3000	3,3333	-0,4500
23	KORINTH	22,9167	32,0500				51,0000	37,8333	5,7833
24	ATHEN	23,7333	32,8667				52,1000	39,0000	6,1333
25	CANDIA, Iraklion, Kreta	25,1333	34,2667				55,3000	42,3333	8,0667
26	ALEXANDRIA	29,9167	39,0500				63,0000	49,8333	10,7833
27	KAIRO	31,2500	40,3833				64,5000	51,6667	11,2833
28	FAMAGUSTA	33,9500	43,0833				67,0000	53,8333	10,7500
29	JERUSALEM	35,2167	44,3500				68,1800	55,1333	10,7833
30	DAMASKUS	36,3167	45,4500				69,2000	56,1667	10,7167

Tab. 4-4-4-b: Längenfehler der Erdteilkarten von Amerika und Afrika des Mercator-Atlas von 1595. Ausgangsmeridian: *Boa Vista*, *Kap Verden*, 22°50' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

4-5 Niederlande und Frankreich im 16. und 17. Jahrhundert

4-5-1 *Abraham Ortelius*, Atlas, 1570

4-5-1-2 Abraham Ortelius, Erdteilkarten, 1570

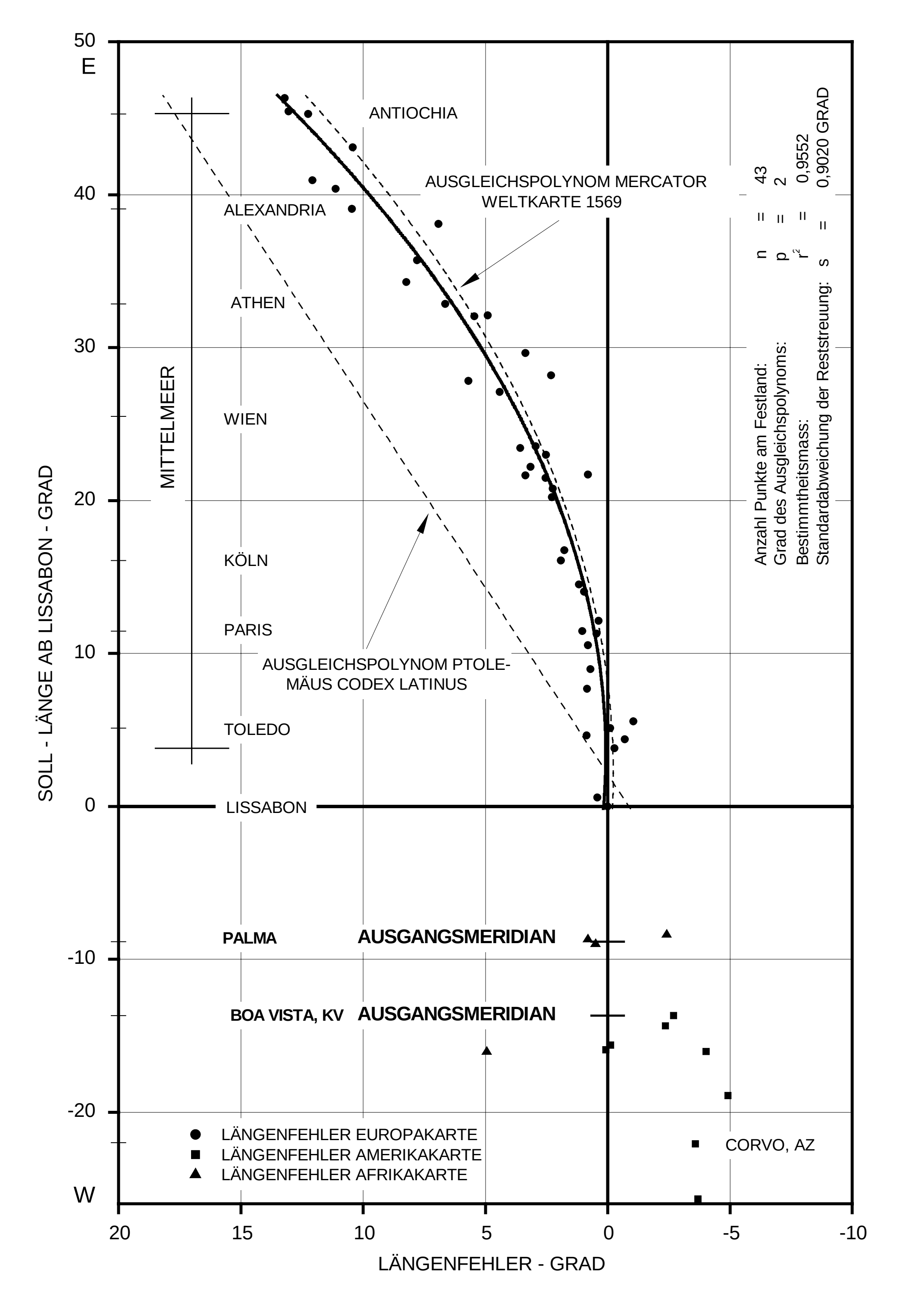


Abb. 4-5-1-2-a: Längenfehler in dem Atlas 'Theatrum Orbis Terrarum' von *Abraham Ortelius*, 1570, Erdteilkarten von Europa, Amerika und Afrika. Ausgangsmeridian Europa: *Palma*, *Kanarische Inseln* 17°50' westlich von *Greenwich*., Amerika und Afrika: *Boa Vista*, *Kap Verden*, 22°50' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

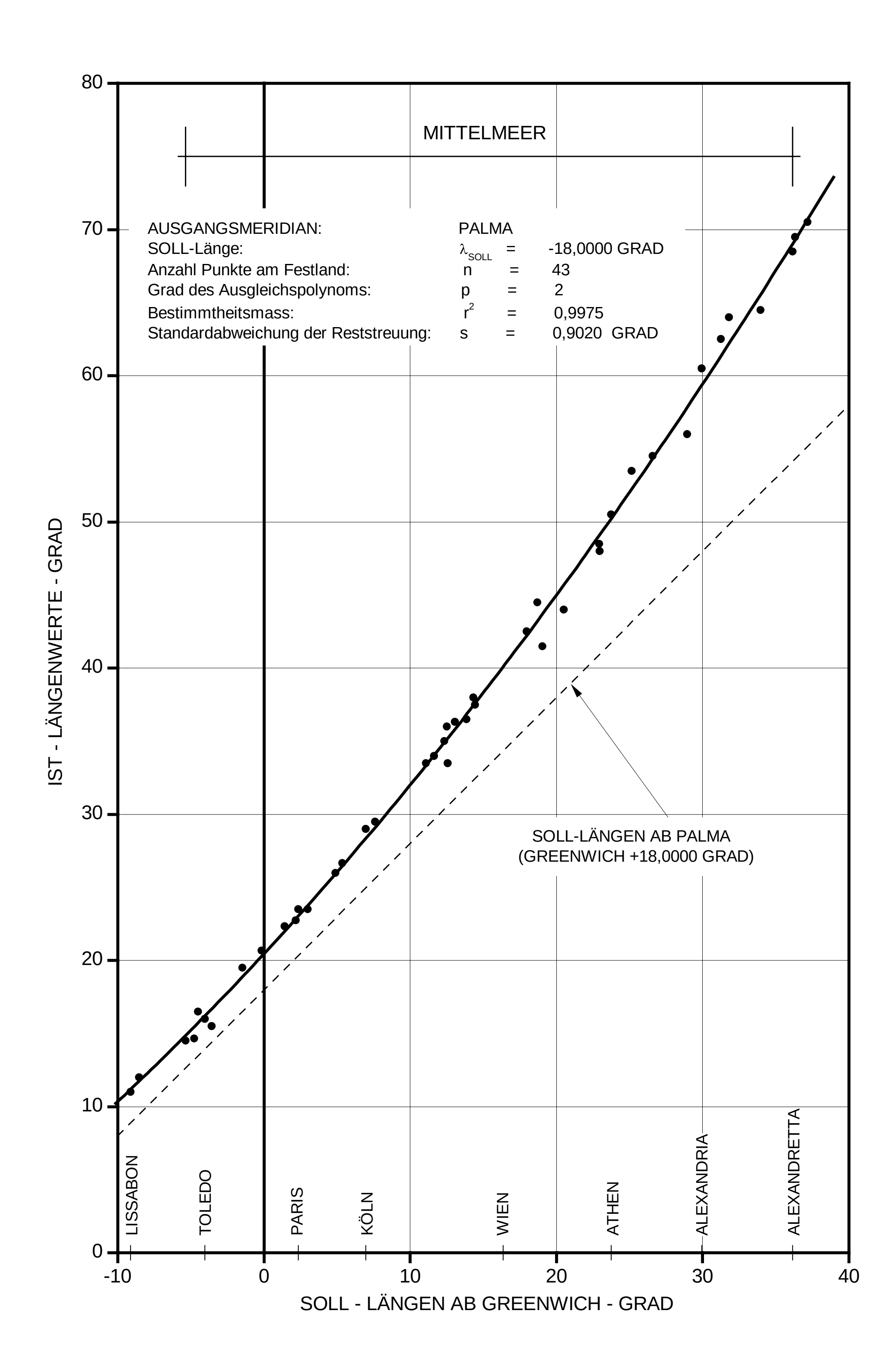


Abb. 4-5-1-2-b: Längenwerte der Erdteilkarte Europa des Atlas 'Theatrum Orbis Terrarum' von *Abraham Ortelius*, 1570, für den Festlandsbereich der Untersuchung. Ausgangsmeridian: *Palma, Kanarische Inseln* 17°50' westlich von *Greenwich.*

		$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	$\lambda_{PALMA/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\lambda$	$\lambda_{BOAV/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\lambda$
NR	ORTSNAME	SOLL	SOLL	EK	EK	EK	AFK	AFK	AFK
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
1	S. MIGUEL AZ E	-25,1667	-16,0333				-10,0000	-21,0000	4,9667
2	S. ANTONIO KV Z	-25,0667	-15,9333						
3	STA. MARIA AZ W	-25,2000	-16,0667				-10,0000	-21,0000	4,9333
4	S. LUCIA KV Z	-24,7500	-15,6167						
5	SANTIAGO KV Z	-23,5000	-14,3667						
6	BOA VISTA KV Z	-22,8333	-13,7000				0,0000	-11,0000	-2,7000
7	FERRO KA W	-18,1500	-9,0167				1,5000	-9,5000	0,4833
8	PALMA KA Sta. Cruz	-17,8333	-8,7000				1,5000	-9,5000	0,8000
9	KAP VERDE	-17,5500	-8,4167				5,0000	-6,0000	-2,4167
10	LISSABON	-9,1333	0,0000	11,0000	0,0000	0,0000			
11	SANTIAGO DE COMP.	-8,5500	0,5833	12,0000	1,0000	0,4167			
12	GIBRALTAR	-5,3500	3,7833	14,5000	3,5000	-0,2833	14,5000	3,5000	-0,2833
13	CORDOBA	-4,7667	4,3667	14,6667	3,6667	-0,7000			
14	BREST	-4,5000	4,6333	16,5000	5,5000	0,8667			
15	TOLEDO	-4,0333	5,1000	16,0000	5,0000	-0,1000			
16	GRANADA	-3,5833	5,5500	15,5000	4,5000	-1,0500			
17	BAYONNE	-1,4667	7,6667	19,5000	8,5000	0,8333			
18	LONDON	-0,1667	8,9667	20,6667	9,6667	0,7000			
19	TOULOUSE	1,4000	10,5333	22,3333	11,3333	0,8000			
20	BARCELONA	2,1667	11,3000	22,7500	11,7500	0,4500			
21	PARIS	2,3333	11,4667	23,5000	12,5000	1,0333			
22	NARBONNE	3,0000	12,1333	23,5000	12,5000	0,3667			
23	AMSTERDAM	4,9000	14,0333	26,0000	15,0000	0,9667			
24	MARSEILLE	5,3667	14,5000	26,6667	15,6667	1,1667			
25	KÖLN	6,9500	16,0833	29,0000	18,0000	1,9167			
26	BASEL	7,6000	16,7333	29,5000	18,5000	1,7667			
27	NÜRNBERG	11,0833	20,2167	33,5000	22,5000	2,2833			
28	FERRARA	11,6333	20,7667	34,0000	23,0000	2,2333			
29	VENEDIG	12,3333	21,4667	35,0000	24,0000	2,5333			
30	ROM	12,5000	21,6333	36,0000	25,0000	3,3667			
31	KOPENHAGEN	12,5667	21,7000	33,5000	22,5000	0,8000			
32	SALZBURG	13,0500	22,1833	36,3333	25,3333	3,1500			
33	VILLACH	13,8500	22,9833	36,5000	25,5000	2,5167			
34	KLAGENFURT	14,3083	23,4417	38,0000	27,0000	3,5583			
35	PRAG	14,4167	23,5500	37,5000	26,5000	2,9500			
36	BRINDISI	17,9500	27,0833	42,5000	31,5000	4,4167			
37	DANZIG	18,6833	27,8167	44,5000	33,5000	5,6833			
38	BUDAPEST	19,0500	28,1833	41,5000	30,5000	2,3167			
39	BELGRAD	20,5000	29,6333	44,0000	33,0000	3,3667			
40	KORINTH	22,9167	32,0500	48,5000	37,5000	5,4500			
41	SALONIKI	22,9667	32,1000	48,0000	37,0000	4,9000			
42	ATHEN	23,7333	32,8667	50,5000	39,5000	6,6333			
43	CANDIA	25,1333	34,2667	53,5000	42,5000	8,2333			

/Seite 2

NR	ORTSNAME	$\lambda_{GR/SOLL}$ SOLL GRAD	$\lambda_{LIS/SOLL}$ SOLL GRAD	$\lambda_{PALMA/IST}$ EK GRAD	$\lambda_{LIS/IST}$ EK GRAD	$\Delta\lambda$ EK GRAD	$\lambda_{BOAV/IST}$ AFK GRAD	$\lambda_{LIS/IST}$ AFK GRAD	$\Delta\lambda$ AFK GRAD
44	EDIRNE	26,5667	35,7000	54,5000	43,5000	7,8000			
45	ISTANBUL	28,9500	38,0833	56,0000	45,0000	6,9167			
46	ALEXANDRIA	29,9167	39,0500	60,5000	49,5000	10,4500			
47	KAIRO	31,2500	40,3833	62,5000	51,5000	11,1167			
48	DAMIETTA	31,8000	40,9333	64,0000	53,0000	12,0667			
49	FAMAGUSTA	33,9500	43,0833	64,5000	53,5000	10,4167			
50	ALEXANDRETTA	36,1333	45,2667	68,5000	57,5000	12,2333	69,0000	58,0000	12,7333
51	DAMASKUS	36,3167	45,4500	69,5000	58,5000	13,0500			
52	ALEPPO	37,1667	46,3000	70,5000	59,5000	13,2000			

Tab. 4-5-1-2-a: Längenfehler der Erdteilkarten Europa und Afrika des Atlas 'Theatrum Orbis Terrarum' von *Abraham Ortelius*, 1570. Ausgangsmeridian der Europakarte*: Palma, Kanarische Inseln*, 17°50' westlich von *Greenwich*. Afrikakarte: *Boa Vista*, *Kap Verden*, 22°50' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

NR	ORTSNAME	$\lambda_{GR/SOLL}$ SOLL GRAD	$\lambda_{LIS/SOLL}$ SOLL GRAD	$\lambda_{BOAV/IST}$ AMK GRAD	$\lambda_{LIS/IST}$ AMK GRAD	$\Delta\lambda$ AMK GRAD	$\lambda_{xxx/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\lambda$
1	KAP S. AUGUSTINO	-34,8333	-25,7000	-11,0000	-22,0000	-3,7000			
2	FLORES AZ, Z	-31,2167	-22,0833	-7,5000	-18,5000	-3,5833			
3	GRACIOSA AZ, Z	-28,0500	-18,9167	-3,0000	-14,0000	-4,9167			
4	S. MIGUEL AZ, E	-25,1667	-16,0333	-1,0000	-12,0000	-4,0333			
5	SAN ANTONIO KV, Z	-25,0667	-15,9333	-5,0000	-16,0000	0,0667			
6	S. LUCIA KV, Z	-24,7500	-15,6167	-4,5000	-15,5000	-0,1167			
7	SANTIAGO KV, Z	-23,5000	-14,3667	-1,0000	-12,0000	-2,3667			
8	BOA VISTA KV, Z	-22,8333	-13,7000	0,0000	-11,0000	-2,7000			

Tab. 4-5-1-2-b: Längenfehler der Erdteilkarte Amerika des Atlas 'Theatrum Orbis Terrarum' von *Abraham Ortelius*, 1570. Ausgangsmeridian der Amerikakarte: *Boa Vista*, *Kap Verden*, 22°50' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

4-5-2 *Pieter van den Keere,* Weltkarte, 1622

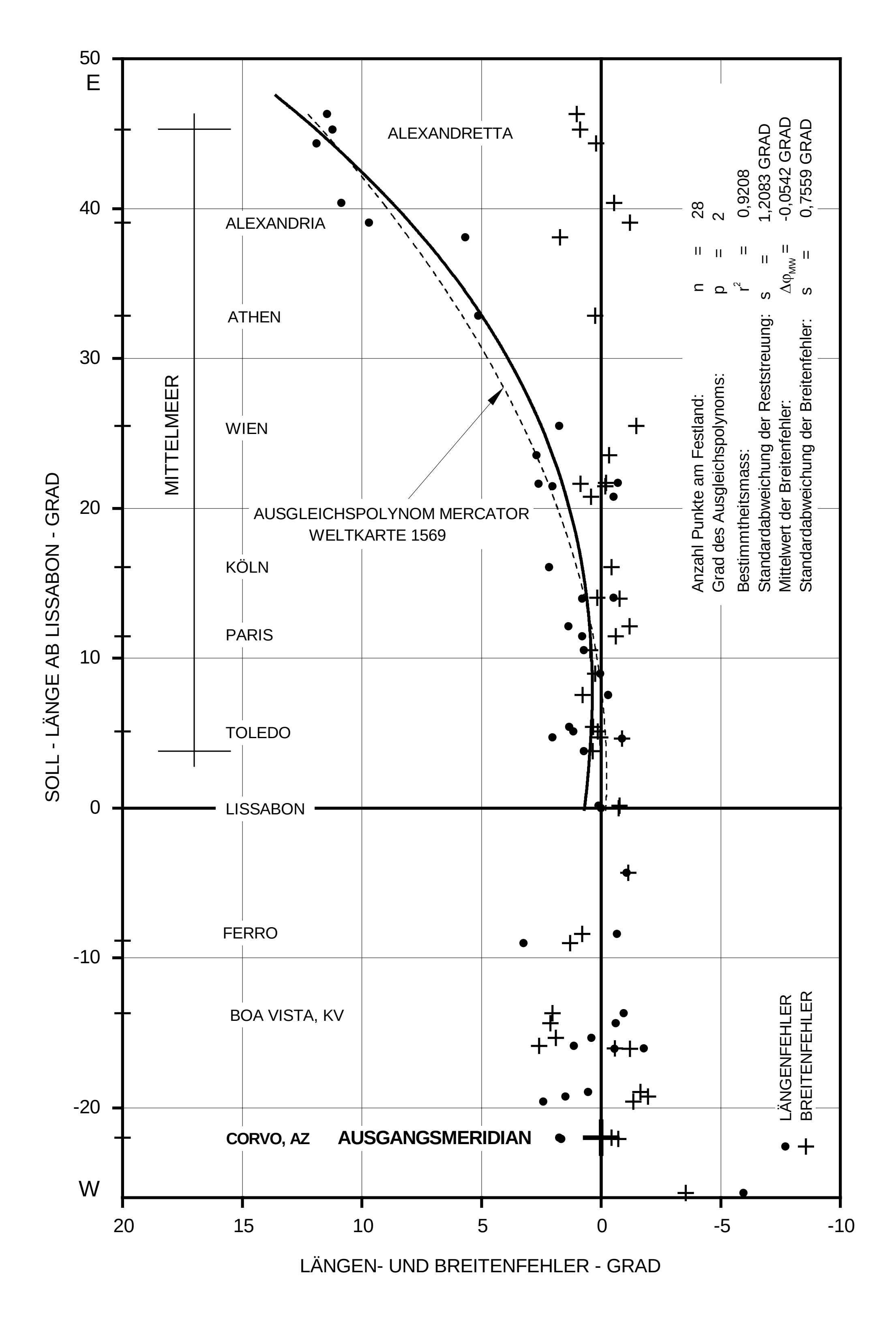


Abb. 4-5-2-a: Längen- und Breitenfehler der Weltkarte <Nova Totius Terrarum Orbis Geographica ac Hydrographica Tabula> *Pieter van den Keeres*, 1622, Ausgangsmeridian: *Corvo*, 31°08' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

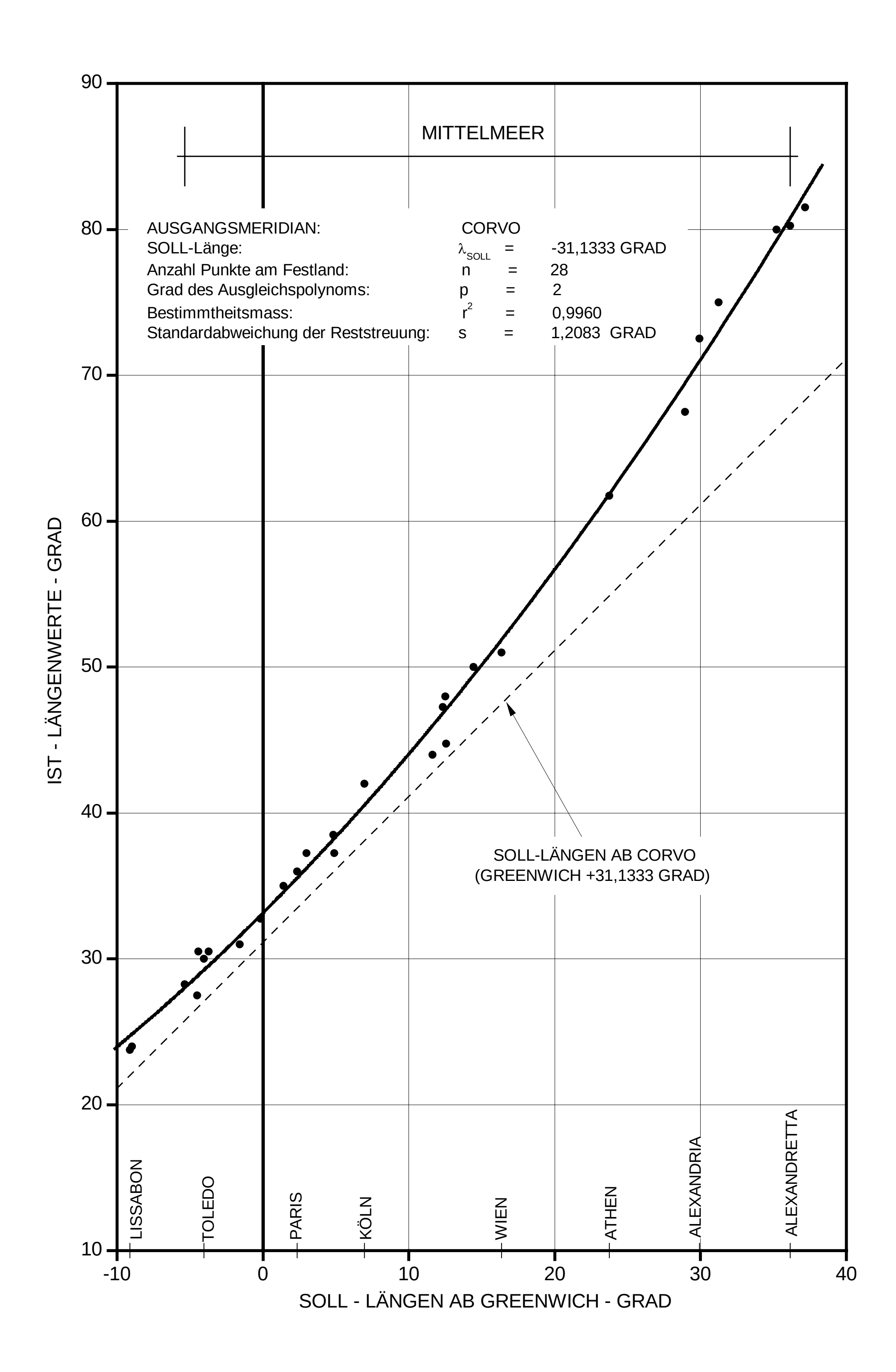


Abb. 4-5-2-b: Längenwerte der Weltkarte <Nova Totius Terrarum Orbis Geographica ac Hydrographica Tabula> *Pieter van den Keeres*, 1622, für den Festlandsbereich der Untersuchung. Ausgangsmeridian: *Corvo*, 31°08' westlich von *Greenwich*.

		φ_{SOLL}	$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	φ_{IST}	$\lambda_{CORVO/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\ \varphi$	$\Delta\ \lambda$
NR	ORTSNAME	SOLL	SOLL	SOLL	WK	WK	WK	WK	WK
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
1	KAP S. AUGUSTINO	-6,9667	-34,8333	-25,7000	-10,5000	4,0000	-19,7500	3,5333	-5,9500
2	FLORES AZ	39,2167	-31,2167	-22,0833	38,5000	0,0000	-23,7500	-0,7167	1,6667
3	CORVO AZ	39,6833	-31,1333	-22,0000	39,2500	0,0000	-23,7500	-0,4333	1,7500
4	FAYAL AZ	38,6000	-28,7167	-19,5833	37,2500	1,7500	-22,0000	-1,3500	2,4167
5	PICO AZ	38,4667	-28,4000	-19,2667	36,5000	3,0000	-20,7500	-1,9667	1,4833
6	S. JORGE AZ	38,6500	-28,0833	-18,9500	37,0000	4,2500	-19,5000	-1,6500	0,5500
7	SANTA MARIA AZ, W	36,9500	-25,2000	-16,0667	35,7500	8,2500	-15,5000	-1,2000	-0,5667
8	S. MIGUEL AZ, E	37,5833	-25,1667	-16,0333	37,0000	9,5000	-14,2500	-0,5833	-1,7833
9	S. VINCENTE KV	16,9000	-25,0000	-15,8667	19,5000	6,7500	-17,0000	2,6000	1,1333
10	FOGO KV	14,8667	-24,4833	-15,3500	16,7500	8,0000	-15,7500	1,8833	0,4000
11	SANTIAGO KV	14,8833	-23,5000	-14,3667	17,0000	10,0000	-13,7500	2,1167	-0,6167
12	BOA VISTA KV	15,9667	-22,8333	-13,7000	18,0000	11,0000	-12,7500	2,0333	-0,9500
13	FERRO KA, W	27,7000	-18,1500	-9,0167	29,0000	11,5000	-12,2500	1,3000	3,2333
14	KAP VERDE	14,7167	-17,5500	-8,4167	15,5000	16,0000	-7,7500	0,7833	-0,6667
15	LANZAROTE KA, E	29,1333	-13,4500	-4,3167	28,0000	20,5000	-3,2500	-1,1333	-1,0667
16	LISSABON	38,7333	-9,1333	0,0000	38,0000	23,7500	0,0000	-0,7333	0,0000
17	KAP ST. VINCENT	37,0167	-8,9833	0,1500	36,2500	24,0000	0,2500	-0,7667	0,1000
18	GIBRALTAR	36,1500	-5,3500	3,7833	36,5000	28,2500	4,5000	0,3500	0,7167
19	BREST	48,3833	-4,5000	4,6333	47,5000	27,5000	3,7500	-0,8833	-0,8833
20	MALAGA	36,7167	-4,4167	4,7167	36,7500	30,5000	6,7500	0,0333	2,0333
21	TOLEDO	39,8667	-4,0333	5,1000	40,0000	30,0000	6,2500	0,1333	1,1500
22	MADRID	40,4167	-3,7167	5,4167	40,7500	30,5000	6,7500	0,3333	1,3333
23	NANTES	47,2333	-1,5833	7,5500	48,0000	31,0000	7,2500	0,7667	-0,3000
24	LONDON	51,5000	-0,1667	8,9667	51,7500	32,7500	9,0000	0,2500	0,0333
25	TOULOUSE	43,5500	1,4000	10,5333	44,0000	35,0000	11,2500	0,4500	0,7167
26	PARIS	48,8667	2,3333	11,4667	48,2500	36,0000	12,2500	-0,6167	0,7833
27	NARBONNE	43,1833	3,0000	12,1333	42,0000	37,2500	13,5000	-1,1833	1,3667
28	LYON	45,7667	4,8333	13,9667	45,0000	38,5000	14,7500	-0,7667	0,7833
29	AMSTERDAM	52,3500	4,9000	14,0333	52,5000	37,2500	13,5000	0,1500	-0,5333
30	KÖLN	50,9333	6,9500	16,0833	50,5000	42,0000	18,2500	-0,4333	2,1667
31	FERRARA	44,8333	11,6333	20,7667	45,2500	44,0000	20,2500	0,4167	-0,5167
32	VENEDIG	45,4333	12,3333	21,4667	45,2500	47,2500	23,5000	-0,1833	2,0333
33	ROM	41,8833	12,5000	21,6333	42,7500	48,0000	24,2500	0,8667	2,6167
34	KOPENHAGEN	55,7167	12,5667	21,7000	55,5000	44,7500	21,0000	-0,2167	-0,7000
35	PRAG	50,0833	14,4167	23,5500	49,7500	50,0000	26,2500	-0,3333	2,7000
36	WIEN	48,2167	16,3667	25,5000	46,7500	51,0000	27,2500	-1,4667	1,7500
37	ATHEN	38,0000	23,7333	32,8667	38,2500	61,7500	38,0000	0,2500	5,1333
38	ISTANBUL	41,0333	28,9500	38,0833	42,7500	67,5000	43,7500	1,7167	5,6667
39	ALEXANDRIA	31,2167	29,9167	39,0500	30,0000	72,5000	48,7500	-1,2167	9,7000
40	KAIRO	30,0500	31,2500	40,3833	29,5000	75,0000	51,2500	-0,5500	10,8667
41	JERUSALEM	31,7833	35,2167	44,3500	32,0000	80,0000	56,2500	0,2167	11,9000
42	ALEXANDRETTA	36,6167	36,1333	45,2667	37,5000	80,2500	56,5000	0,8833	11,2333
43	ALEPPO	36,2333	37,1667	46,3000	37,2500	81,5000	57,7500	1,0167	11,4500

Tab. 4-5-2: Längen- und Breitenfehler der Weltkarte <Nova Totius Terrarum Orbis Geographica ac Hydrographica Tabula> *Pieter van den Keeres*, 1622. Ausgangsmeridian: *Corvo*, 31°08' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

4-5-3 *Hendrik Hond*, Atlas, 1623

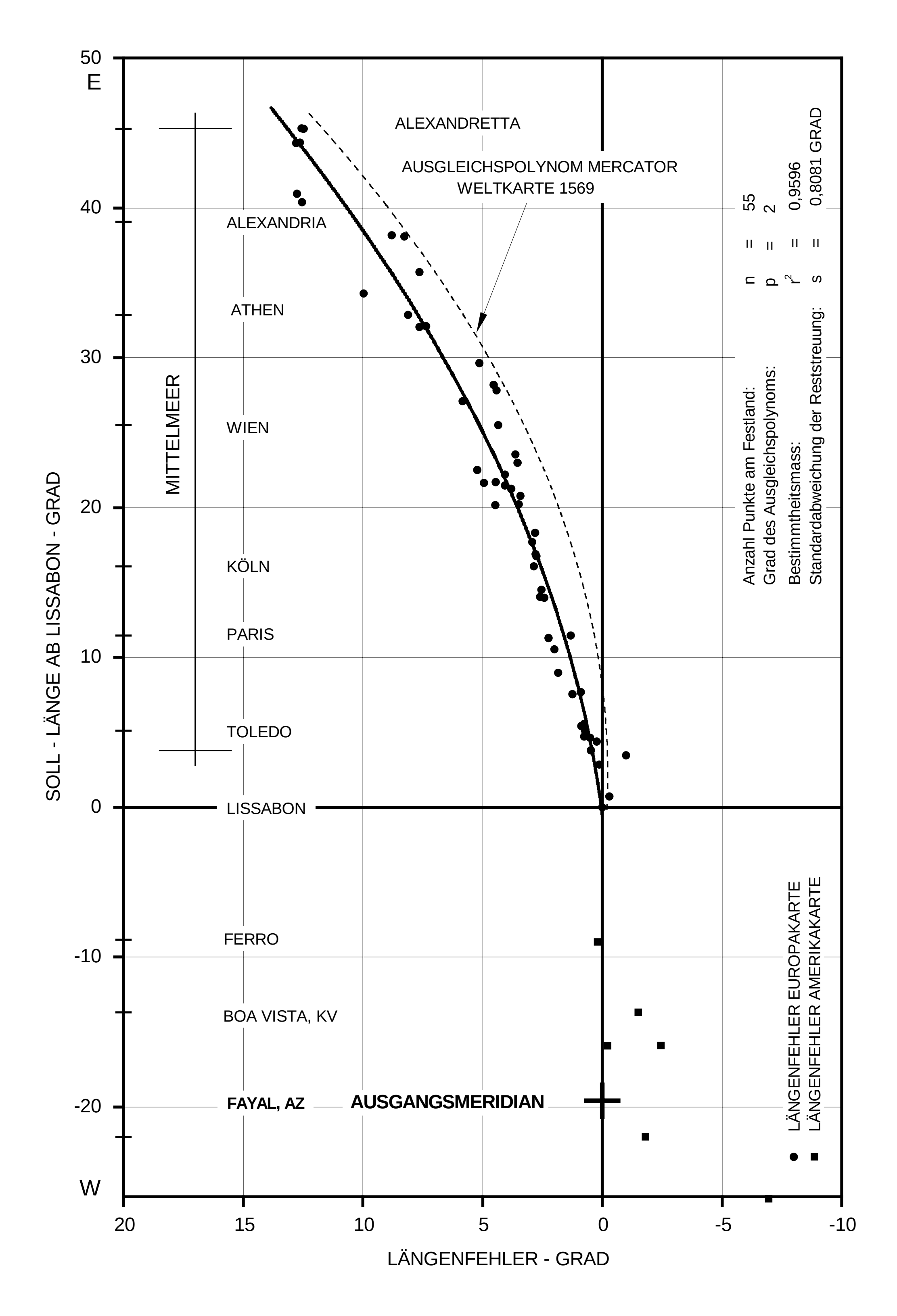


Abb. 4-5-3-a: Längenfehler der Europa- und Amerikakarte in *Hendrik Honds* Atlas, 'Gerardi Mercatoris | Atlas | sive | Cosmographicae | Meditationes...', 1623, Ausgangsmeridian: *Fayal*, *Azoren*, 28°43' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

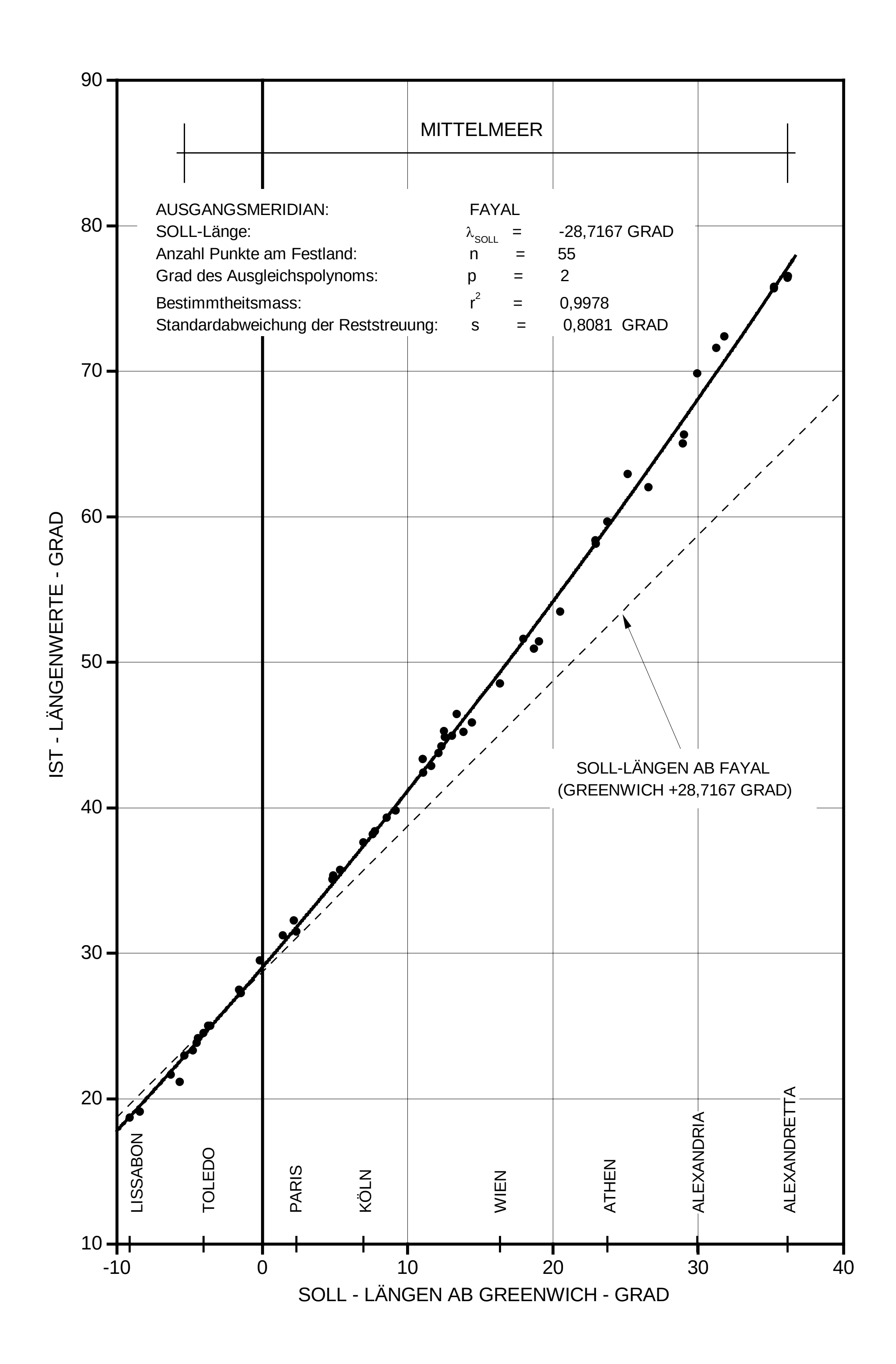


Abb. 4-5-3-b: Längenwerte der Europakarte in *Hendrik Honds* Atlas 'Gerardi Mercatoris | Atlas | sive | Cosmographicae | Meditationes...', 1623, für den Festlandsbereich der Untersuchung. Ausgangsmeridian: *Fayal, Azoren*, 28°43' westlich von *Greenwich*.

NR	ORTSNAME	$\lambda_{GR/SOLL}$ SOLL GRAD	$\lambda_{LIS/SOLL}$ SOLL GRAD	$\lambda_{FAYAL/IST}$ EK GRAD	$\lambda_{LIS/IST}$ EK GRAD	$\Delta\lambda$ EK GRAD	$\lambda_{FAYAL/IST}$ AMK GRAD	$\lambda_{LIS/IST}$ AMK GRAD	$\Delta\lambda$ AMK GRAD
1	S. AUGUSTINO	-35,2833	-26,1500				-0,5000	-19,2000	-6,9500
2	CORVO AZ	-31,1333	-22,0000				-1,5000	-20,2000	-1,8000
3	SAN ANTONIO KV	-25,0667	-15,9333				3,0000	-15,7000	-0,2333
4	SANTA MARIA AZ	-25,0333	-15,9000				5,2500	-13,4500	-2,4500
5	BOA VISTA KV	-22,8333	-13,7000				6,5000	-12,2000	-1,5000
6	FERRO KA W	-18,1500	-9,0167				9,5000	-9,2000	0,1833
7	LISSABON	-9,1333	0,0000	18,7000	0,0000	0,0000			
8	COIMBRA	-8,4167	0,7167	19,1167	0,4167	-0,3000			
9	CADIZ	-6,3000	2,8333	21,6500	2,9500	0,1167			
10	SALAMANCA	-5,6667	3,4667	21,1667	2,4667	-1,0000			
11	GIBRALTAR	-5,3500	3,7833	22,9500	4,2500	0,4667			
12	CORDOBA	-4,7667	4,3667	23,3000	4,6000	0,2333			
13	BREST	-4,5000	4,6333	23,8333	5,1333	0,5000			
14	MALAGA	-4,4167	4,7167	24,1667	5,4667	0,7500			
15	TOLEDO	-4,0333	5,1000	24,5167	5,8167	0,7167			
16	MADRID	-3,7167	5,4167	25,0000	6,3000	0,8833			
17	GRANADA	-3,5833	5,5500	25,0000	6,3000	0,7500			
18	NANTES	-1,5833	7,5500	27,5000	8,8000	1,2500			
19	BAYONNE	-1,4667	7,6667	27,2667	8,5667	0,9000			
20	LONDON	-0,1667	8,9667	29,5000	10,8000	1,8333			
21	TOULOUSE	1,4000	10,5333	31,2333	12,5333	2,0000			
22	BARCELONA	2,1667	11,3000	32,2500	13,5500	2,2500			
23	PARIS	2,3333	11,4667	31,4833	12,7833	1,3167			
24	LYON	4,8333	13,9667	35,0833	16,3833	2,4167			
25	AMSTERDAM	4,9000	14,0333	35,3333	16,6333	2,6000			
26	MARSEILLE	5,3667	14,5000	35,7333	17,0333	2,5333			
27	KÖLN	6,9500	16,0833	37,6333	18,9333	2,8500			
28	BASEL	7,6000	16,7333	38,1833	19,4833	2,7500			
29	STRASSBURG	7,7500	16,8833	38,3667	19,6667	2,7833			
30	ZÜRICH	8,5500	17,6833	39,3000	20,6000	2,9167			
31	KONSTANZ	9,1667	18,3000	39,8000	21,1000	2,8000			
32	ERFURT	11,0333	20,1667	43,3333	24,6333	4,4667			
33	NÜRNBERG	11,0833	20,2167	42,4000	23,7000	3,4833			
34	FERRARA	11,6333	20,7667	42,8833	24,1833	3,4167			
35	REGENSBURG	12,1167	21,2500	43,7500	25,0500	3,8000			
36	VENEDIG	12,3333	21,4667	44,2333	25,5333	4,0667			
37	ROM	12,5000	21,6333	45,2667	26,5667	4,9333			
38	KOPENHAGEN	12,5667	21,7000	44,8500	26,1500	4,4500			
39	SALZBURG	13,0500	22,1833	44,9500	26,2500	4,0667			
40	PALERMO	13,3833	22,5167	46,4333	27,7333	5,2167			
41	VILLACH	13,8500	22,9833	45,2167	26,5167	3,5333			
42	PRAG	14,4167	23,5500	45,8667	27,1667	3,6167			
43	WIEN	16,3667	25,5000	48,5500	29,8500	4,3500			
44	BRINDISI	17,9500	27,0833	51,6167	32,9167	5,8333			
45	DANZIG	18,6833	27,8167	50,9333	32,2333	4,4167			
46	BUDAPEST	19,0500	28,1833	51,4167	32,7167	4,5333			
47	BELGRAD	20,5000	29,6333	53,4667	34,7667	5,1333			

/Seite 2

		$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	$\lambda_{FAYAL/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\lambda$	$\lambda_{FAYAL/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\lambda$
NR	ORTSNAME	SOLL	SOLL	EK	EK	EK	AMK	AMK	AMK
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
48	KORINTH	22,9167	32,0500	58,3833	39,6833	7,6333			
49	SALONIKI	22,9667	32,1000	58,1500	39,4500	7,3500			
50	ATHEN	23,7333	32,8667	59,6667	40,9667	8,1000			
51	CANDIA	25,1333	34,2667	62,9333	44,2333	9,9667			
52	EDIRNE	26,5667	35,7000	62,0333	43,3333	7,6333			
53	ISTANBUL	28,9500	38,0833	65,0500	46,3500	8,2667			
54	CHALCEDON	29,0333	38,1667	65,6500	46,9500	8,7833			
55	ALEXANDRIA	29,9167	39,0500	69,8500	51,1500	12,1000			
56	KAIRO	31,2500	40,3833	71,6167	52,9167	12,5333			
57	DAMIETTA	31,8000	40,9333	72,3833	53,6833	12,7500			
58	TYRUS	35,2000	44,3333	75,8167	57,1167	12,7833			
59	JERUSALEM	35,2167	44,3500	75,6833	56,9833	12,6333			
60	ALEXANDRETTA	36,1333	45,2667	76,4333	57,7333	12,4667			
61	ANTIOCHIA	36,1667	45,3000	76,5500	57,8500	12,5500			

Tab. 4-5-3: Längenfehler der Europa- und Amerikakarte in *Hendrik Honds* Atlas, 'Gerardi Mercatoris | Atlas | sive | Cosmographicæ | Meditationes...', 1623, Ausgangsmeridian *Fayal*, *Azoren*, 28°43' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

4-5-4 *Heinrich Hond*, Atlas, 1636

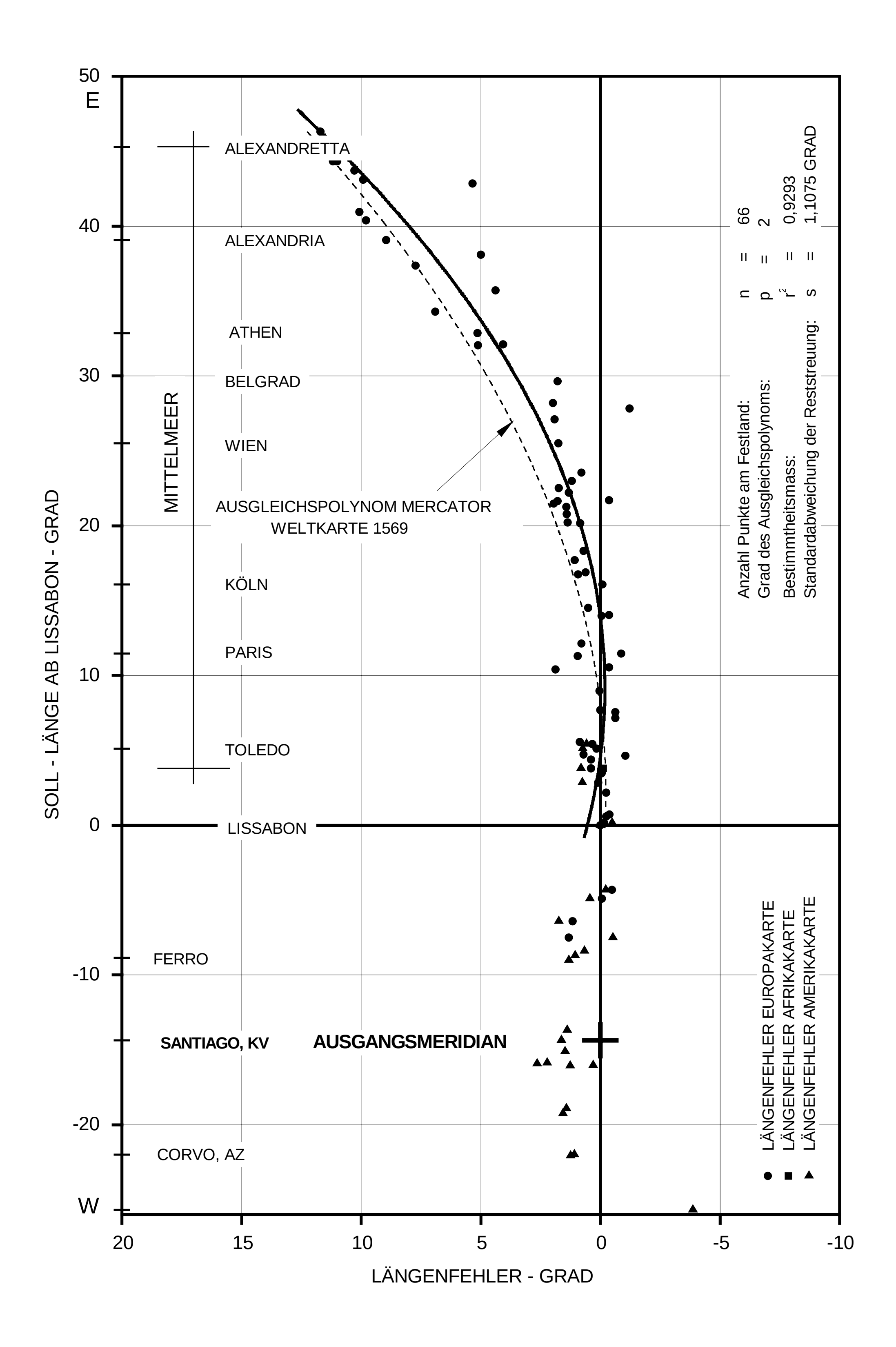


Abb. 4-5-4-a: Längenfehler der Europa- Afrika- und Amerikakarte in *Hendrik Honds* Atlas, 'Gerardi Mercatoris et I. Hondii | Atlas | or | A Geographicke description, | ... of the | World ...', 1636. Ausgleichspolynom: Europakarte. Ausgangsmeridian: *Santiago, Kap Verden*, 23°30' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

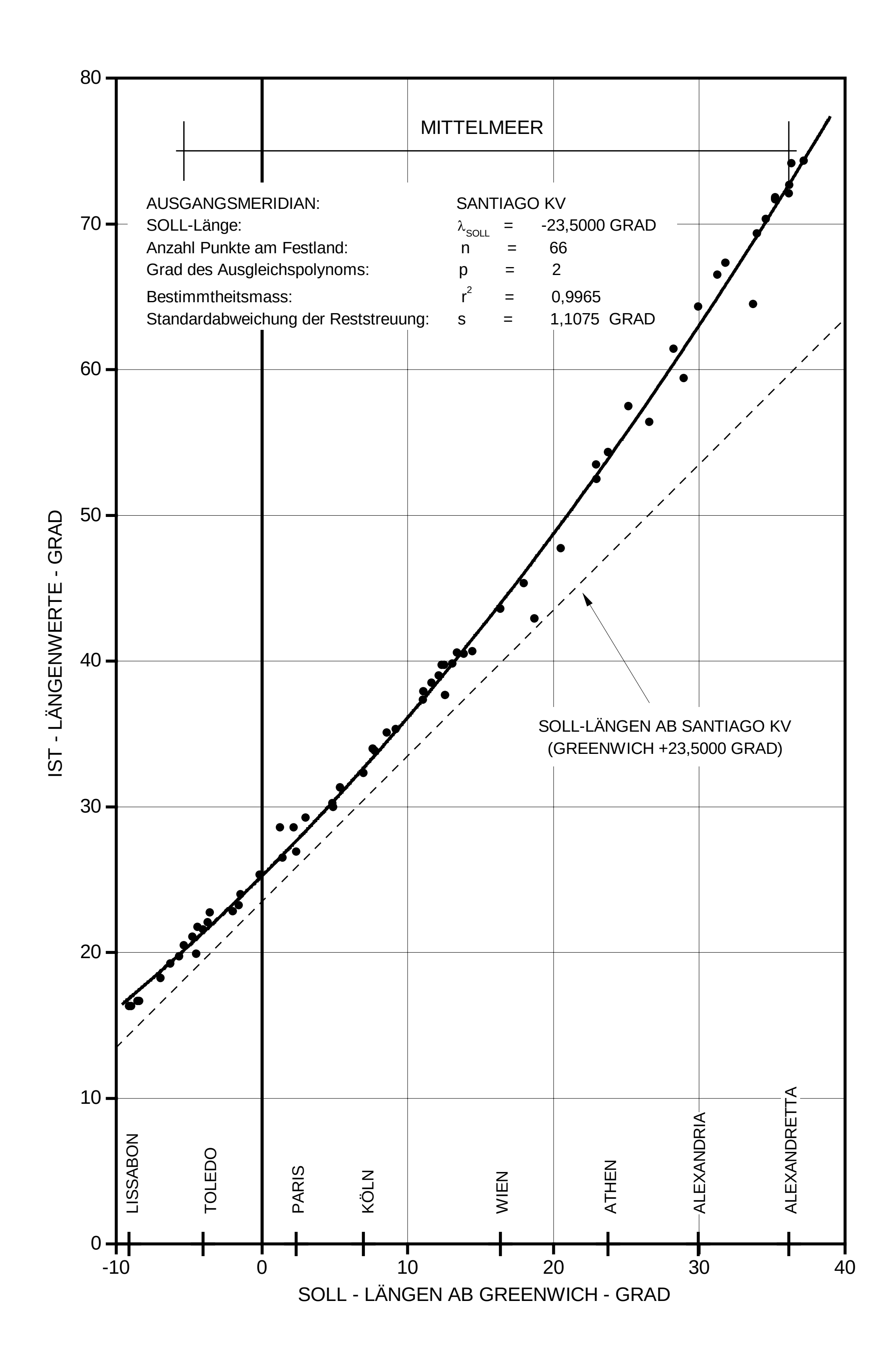


Abb. 4-5-4-b: Längenwerte der Europakarte in *Hendrik Honds* Atlas, 'Gerardi Mercatoris et I. Hondii | Atlas | or | A Geographicke description, | ... of the | World ...', 1636 für den Festlandsbereich der Untersuchung. Ausgangsmeridian: *Santiago, Kap Verden*, 23°30' westlich von *Greenwich*.

		$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	$\lambda_{SANT/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta \lambda$	$\lambda_{SANT/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta \lambda$
NR	ORTSNAME	SOLL	SOLL	EK	EK	EK	AMK	AMK	AMK
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
1	KAP S. AUGUSTINO	-34,8333	-25,7000				-5,5000	-21,8333	-3,8667
2	FLORES AZ	-31,2167	-22,0833				-7,0000	-23,3333	1,2500
3	CORVO AZ	-31,1333	-22,0000				-6,7500	-23,0833	1,0833
4	PICO AZ	-28,4000	-19,2667				-4,5000	-20,8333	1,5667
5	GRACIOSA AZ	-28,0500	-18,9167				-4,0000	-20,3333	1,4167
6	SANTA MARIA AZ, W	-25,2000	-16,0667				-1,0000	-17,3333	1,2667
7	S. MIGUEL AZ, E	-25,1667	-16,0333				0,0000	-16,3333	0,3000
8	SAN ANTONIO KV *)	-25,0667	-15,9333	-2,1667	-18,5000	2,5667	-2,2500	-18,5833	2,6500
9	S. VINCENTE KV*)	-25,0000	-15,8667	-1,7500	-18,0833	2,2167	-1,7500	-18,0833	2,2167
10	S. NICOLAS KV*)	-24,2500	-15,1167	-0,8333	-17,1667	2,0500	-0,2500	-16,5833	1,4667
11	SANTIAGO KV*)	-23,5000	-14,3667	0,0000	-16,3333	1,9667	0,3333	-16,0000	1,6333
12	BOA VISTA KV*)	-22,8333	-13,7000	1,0833	-15,2500	1,5500	1,2500	-15,0833	1,3833
13	FERRO KA, W*)	-18,1500	-9,0167	5,3333	-11,0000	1,9833	6,0000	-10,3333	1,3167
14	PALMA KA*)	-17,8333	-8,7000	5,9167	-10,4167	1,7167	6,5833	-9,7500	1,0500
15	KAP VERDE*)	-17,5500	-8,4167	7,5000	-8,8333	0,4167	7,2500	-9,0833	0,6667
16	TENERIFFA KA, Pico	-16,6500	-7,5167	7,5000	-8,8333	1,3167	9,3333	-7,0000	-0,5167
17	GRAN KANARIA KA	-15,5667	-6,4333	8,7500	-7,5833	1,1500	8,1667	-8,1667	1,7333
18	FUERTA VENTURA KA	-14,0333	-4,9000	11,5000	-4,8333	-0,0667	11,0000	-5,3333	0,4333
19	LANZAROTE KA, E	-13,4500	-4,3167	12,5000	-3,8333	-0,4833	12,2500	-4,0833	-0,2333
20	LISSABON	-9,1333	0,0000	16,3333	0,0000	0,0000	16,3333	0,0000	0,0000
21	KAP ST. VINCENT	-8,9833	0,1500	16,3333	0,0000	-0,1500	16,0000	-0,3333	-0,4833
22	SANTIAGO DE COMP.	-8,5500	0,5833	16,6667	0,3333	-0,2500			
23	COIMBRA	-8,4167	0,7167	16,6667	0,3333	-0,3833			
24	BADAJOZ	-6,9667	2,1667	18,2500	1,9167	-0,2500			
25	CADIZ	-6,3000	2,8333	19,2500	2,9167	0,0833	19,9167	3,5833	0,7500
26	SALAMANCA	-5,6667	3,4667	19,7500	3,4167	-0,0500			
27	GIBRALTAR	-5,3500	3,7833	20,5000	4,1667	0,3833	20,9167	4,5833	0,8000
28	CORDOBA	-4,7667	4,3667	21,0833	4,7500	0,3833			
29	BREST	-4,5000	4,6333	19,9167	3,5833	-1,0500			
30	MALAGA	-4,4167	4,7167	21,7500	5,4167	0,7000			
31	TOLEDO	-4,0333	5,1000	21,5833	5,2500	0,1500	22,1667	5,8333	0,7333
32	MADRID	-3,7167	5,4167	22,0833	5,7500	0,3333	22,3333	6,0000	0,5833
33	GRANADA	-3,5833	5,5500	22,7500	6,4167	0,8667			
34	ST. MALO	-2,0000	7,1333	22,8333	6,5000	-0,6333			
35	NANTES	-1,5833	7,5500	23,2500	6,9167	-0,6333			
36	BAYONNE	-1,4667	7,6667	24,0000	7,6667	0,0000			
37	LONDON	-0,1667	8,9667	25,3333	9,0000	0,0333			
38	TARRAGONA	1,2500	10,3833	28,5833	12,2500	1,8667			
39	TOULOUSE	1,4000	10,5333	26,5000	10,1667	-0,3667			
40	BARCELONA	2,1667	11,3000	28,5833	12,2500	0,9500			
41	PARIS	2,3333	11,4667	26,9167	10,5833	-0,8833			
42	NARBONNE	3,0000	12,1333	29,2500	12,9167	0,7833			
43	LYON	4,8333	13,9667	30,2500	13,9167	-0,0500			
44	AMSTERDAM	4,9000	14,0333	30,0000	13,6667	-0,3667			
45	MARSEILLE	5,3667	14,5000	31,3333	15,0000	0,5000			
46	KÖLN	6,9500	16,0833	32,3333	16,0000	-0,0833			
47	BASEL	7,6000	16,7333	34,0000	17,6667	0,9333			

/Seite 2

NR	ORTSNAME	$\lambda_{GR/SOLL}$ SOLL GRAD	$\lambda_{LIS/SOLL}$ SOLL GRAD	$\lambda_{SANT/IST}$ EK GRAD	$\lambda_{LIS/IST}$ EK GRAD	$\Delta\lambda$ EK GRAD	$\lambda_{SANT/IST}$ AMK GRAD	$\lambda_{LIS/IST}$ AMK GRAD	$\Delta\lambda$ AMK GRAD
48	STRASSBURG	7,7500	16,8833	33,8333	17,5000	0,6167			
49	ZÜRICH	8,5500	17,6833	35,0833	18,7500	1,0667			
50	KONSTANZ	9,1667	18,3000	35,3333	19,0000	0,7000			
51	ERFURT	11,0333	20,1667	37,3333	21,0000	0,8333			
52	NÜRNBERG	11,0833	20,2167	37,9167	21,5833	1,3667			
53	FERRARA	11,6333	20,7667	38,5000	22,1667	1,4000			
54	REGENSBURG	12,1167	21,2500	39,0000	22,6667	1,4167			
55	VENEDIG	12,3333	21,4667	39,7500	23,4167	1,9500			
56	ROM	12,5000	21,6333	39,7500	23,4167	1,7833			
57	KOPENHAGEN	12,5667	21,7000	37,6667	21,3333	-0,3667			
58	SALZBURG	13,0500	22,1833	39,8333	23,5000	1,3167			
59	PALERMO	13,3833	22,5167	40,5833	24,2500	1,7333			
60	VILLACH	13,8500	22,9833	40,5000	24,1667	1,1833			
61	PRAG	14,4167	23,5500	40,6667	24,3333	0,7833			
62	WIEN	16,3667	25,5000	43,5833	27,2500	1,7500			
63	BRINDISI	17,9500	27,0833	45,3333	29,0000	1,9167			
64	DANZIG	18,6833	27,8167	42,9167	26,5833	-1,2333			
65	BELGRAD	20,5000	29,6333	47,7500	31,4167	1,7833			
66	KORINTH	22,9167	32,0500	53,5000	37,1667	5,1167			
67	SALONIKI	22,9667	32,1000	52,5000	36,1667	4,0667			
68	ATHEN	23,7333	32,8667	54,3333	38,0000	5,1333			
69	CANDIA, Iraklion	25,1333	34,2667	57,5000	41,1667	6,9000			
70	EDIRNE	26,5667	35,7000	56,4167	40,0833	4,3833			
71	RHODOS	28,2333	37,3667	61,4167	45,0833	7,7167			
72	ISTANBUL	28,9500	38,0833	59,4167	43,0833	5,0000			
73	ALEXANDRIA	29,9167	39,0500	64,3333	48,0000	8,9500			
74	KAIRO	31,2500	40,3833	66,5000	50,1667	9,7833			
75	DAMIETTA, Pelusium	31,8000	40,9333	67,3333	51,0000	10,0667			
76	PEREKOP	33,7000	42,8333	64,5000	48,1667	5,3333			
77	FAMAGUSTA	33,9500	43,0833	69,3333	53,0000	9,9167			
78	ASCALON	34,5833	43,7167	70,3333	54,0000	10,2833			
79	BETHLEHEM	35,2000	44,3333	71,8333	55,5000	11,1667			
80	TYRUS, Tyre	35,2000	44,3333	71,6667	55,3333	11,0000			
81	JERUSALEM	35,2167	44,3500	71,7500	55,4167	11,0667			
82	ALEXANDRETTA, Iskend	36,1333	45,2667	72,0833	55,7500	10,4833			
83	ANTIOCHIA, Antakya	36,1667	45,3000	72,6667	56,3333	11,0333			
84	DAMASKUS	36,3167	45,4500	74,1667	57,8333	12,3833			
85	ALEPPO	37,1667	46,3000	74,3333	58,0000	11,7000			
16	TENERIFFA KA, Pico*)	-16,6500	-7,5167	7,5000	-8,8333	1,3166			
17	GRAN KAARIA KA*)	-15,5667	-6,4333	8,5000	-7,8333	1,4000			
18	FUERTA VENTURA KA*)	-14,0333	-4,9000	10,0000	-6,3333	1,4333			
19	LANZAROTE KA, E*)	-13,4500	-4,3167	11,5000	-4,8333	0,5166			
27	GIBRALTAR*)	-5,3500	3,7833	20,0000	3,6667	-0,1166			

*) Werte aus der Afrikakarte

Tab. 4-5-4: Längenfehler der Europa- Afrika- und Amerikakarte in *Hendrik Honds* Atlas, 'Gerardi Mercatoris et I. Hondii | Atlas ...'1636, Ausgangsmeridian: *Santiago*, *Kap Verden*, 23°30' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

4-5-5 *Joannes Janssonius*, Atlas, 1648

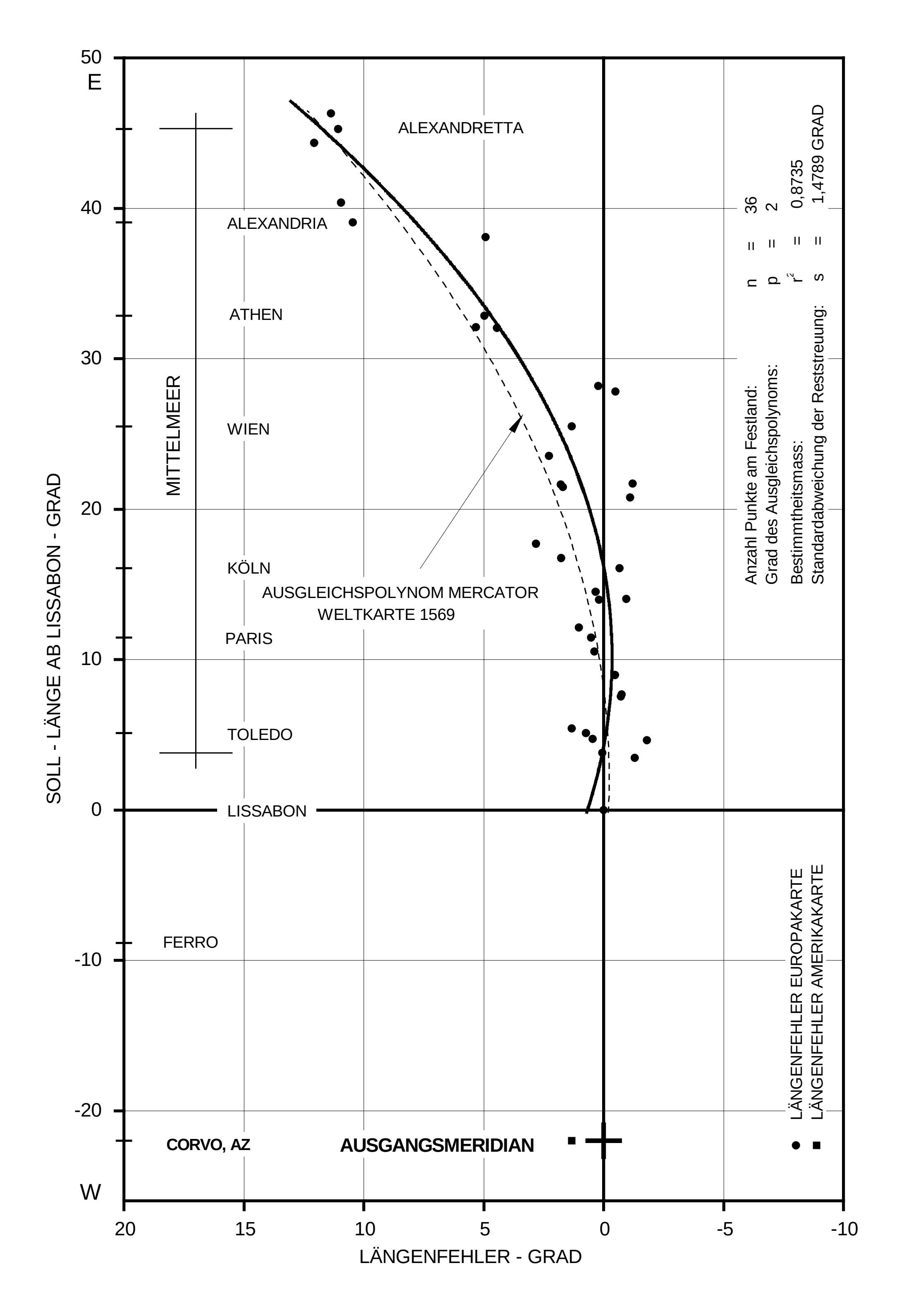


Abb. 4-5-5-a: Längenfehler der Europa- und Amerikakarte in *Joannes Janssonius*, 'Atlas Minor | Das ist | Eine kurtze | jedoch gründliche | Beschreibung der gantzen Welt', 1648. Ausgangsmeridian: *Corvo*, 31°08' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

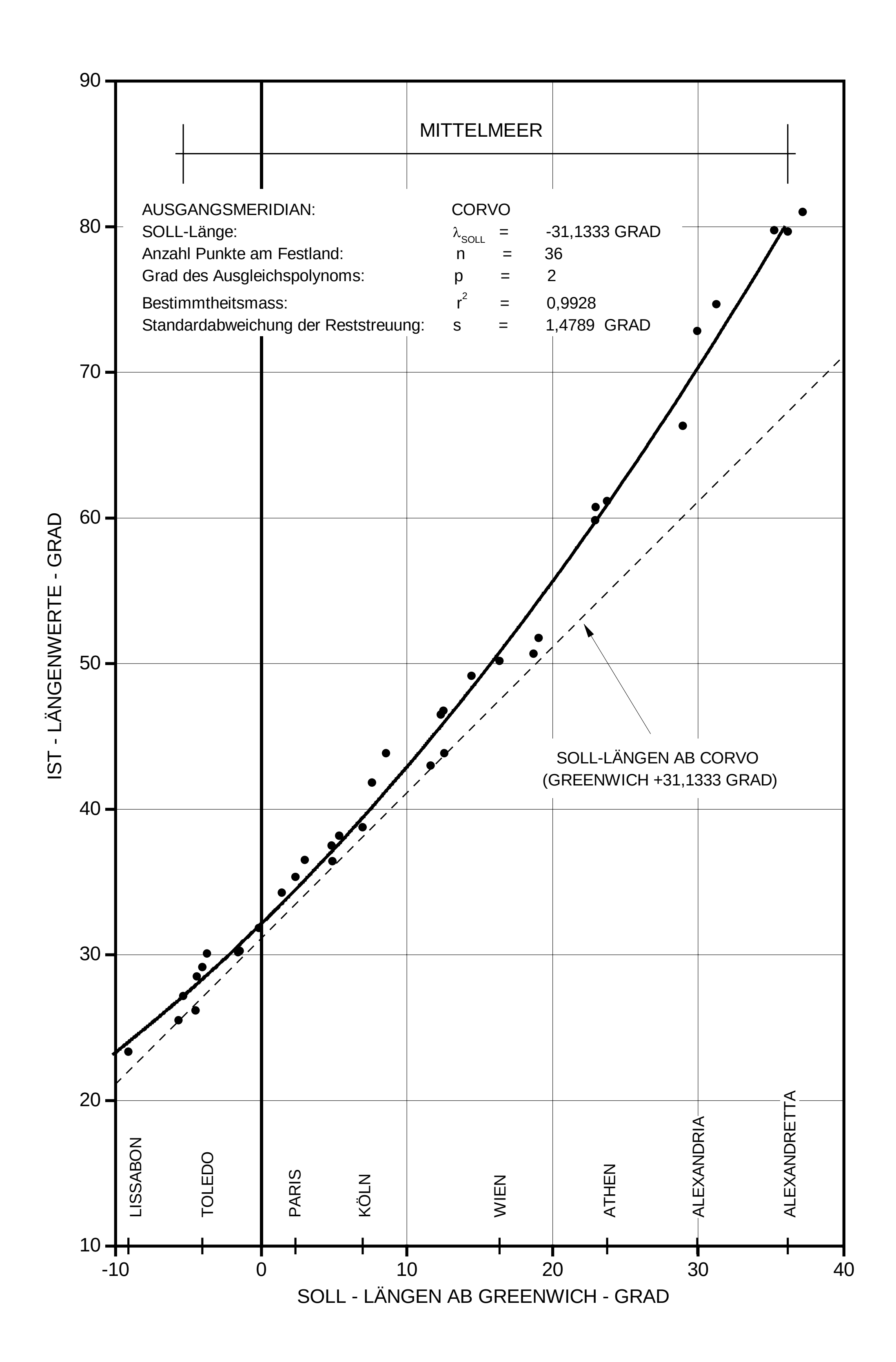


Abb. 4-5-5-b: Längenwerte der Europakarte in *Joannes Janssonius*, 'Atlas Minor | Das ist | Eine kurtze | jedoch gründliche | Beschreibung der gantzen Welt', 1648, für den Festlandsbereich der Untersuchung. Ausgangsmeridian: *Corvo*, 31°08' westlich von Greenwich.

NR	ORTSNAME	$\lambda_{GR/SOLL}$ SOLL GRAD	$\lambda_{LIS/SOLL}$ SOLL GRAD	$\lambda_{CORVO/IST}$ EK GRAD	$\lambda_{LIS/IST}$ EK GRAD	$\Delta\lambda$ EK GRAD	$\lambda_{CORVO/IST}$ AMK GRAD	$\lambda_{LIS/IST}$ AMK GRAD	$\Delta\lambda$ AMK GRAD
1	CORVO AZ	-31,1333	-22,0000				0,0000	-23,3333	1,3333
2	SANTA MARIA AZ	-25,0333	-15,9000	7,5000	-15,8333	-0,0667			
3	FERRO KA	-18,1333	-9,0000	13,5000	-9,8333	0,8333			
4	LANZAROTE KA	-13,4500	-4,3167	19,5000	-3,8333	-0,4833			
5	LISSABON	-9,1333	0,0000	23,3333	0,0000	0,0000			
6	SALAMANCA	-5,6667	3,4667	25,5000	2,1667	-1,3000			
7	GIBRALTAR	-5,3500	3,7833	27,1667	3,8333	0,0500			
8	BREST	-4,5000	4,6333	26,1667	2,8333	-1,8000			
9	MALAGA	-4,4167	4,7167	28,5000	5,1667	0,4500			
10	TOLEDO	-4,0333	5,1000	29,1667	5,8333	0,7333			
11	MADRID	-3,7167	5,4167	30,0833	6,7500	1,3333			
12	NANTES	-1,5833	7,5500	30,1667	6,8333	-0,7167			
13	BAYONNE	-1,4667	7,6667	30,2500	6,9167	-0,7500			
14	LONDON	-0,1667	8,9667	31,8333	8,5000	-0,4667			
15	TOULOUSE	1,4000	10,5333	34,2500	10,9167	0,3833			
16	PARIS	2,3333	11,4667	35,3333	12,0000	0,5333			
17	NARBONNE	3,0000	12,1333	36,5000	13,1667	1,0333			
18	LYON	4,8333	13,9667	37,5000	14,1667	0,2000			
19	AMSTERDAM	4,9000	14,0333	36,4167	13,0833	-0,9500			
20	MARSEILLE	5,3667	14,5000	38,1667	14,8333	0,3333			
21	KÖLN	6,9500	16,0833	38,7500	15,4167	-0,6667			
22	BASEL	7,6000	16,7333	41,8333	18,5000	1,7667			
23	ZÜRICH	8,5500	17,6833	43,8333	20,5000	2,8167			
24	FERRARA	11,6333	20,7667	43,0000	19,6667	-1,1000			
25	VENEDIG	12,3333	21,4667	46,5000	23,1667	1,7000			
26	ROM	12,5000	21,6333	46,7500	23,4167	1,7833			
27	KOPENHAGEN	12,5667	21,7000	43,8333	20,5000	-1,2000			
28	PRAG	14,4167	23,5500	49,1667	25,8333	2,2833			
29	WIEN	16,3667	25,5000	50,1667	26,8333	1,3333			
30	DANZIG	18,6833	27,8167	50,6667	27,3333	-0,4833			
31	BUDAPEST	19,0500	28,1833	51,7500	28,4167	0,2333			
32	KORINTH	22,9167	32,0500	59,8333	36,5000	4,4500			
33	SALONIKI	22,9667	32,1000	60,7500	37,4167	5,3167			
34	ATHEN	23,7333	32,8667	61,1667	37,8333	4,9667			
35	ISTANBUL	28,9500	38,0833	66,3333	43,0000	4,9167			
36	ALEXANDRIA	29,9167	39,0500	72,8333	49,5000	10,4500			
37	KAIRO	31,2500	40,3833	74,6667	51,3333	10,9500			
38	JERUSALEM	35,2167	44,3500	79,7500	56,4167	12,0667			
39	ALEXANDRETTA	36,1333	45,2667	79,6667	56,3333	11,0667			
40	ALEPPO	37,1667	46,3000	81,0000	57,6667	11,3667			

Tab. 4-5-5: Längenfehler der Europa- und Amerikakarte in *Joannes Janssonius*, 'Atlas Minor | Das ist | Eine kurtze | jedoch gründliche | Beschreibung der gantzen Welt', 1648. Ausgangsmeridian: *Corvo*, 31°08' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

4-5-6 Verlag Blaeu, Weltkarte 1648 und Atlas 1663

4-5-6-2 Jean Blaeu, Atlas, 1663

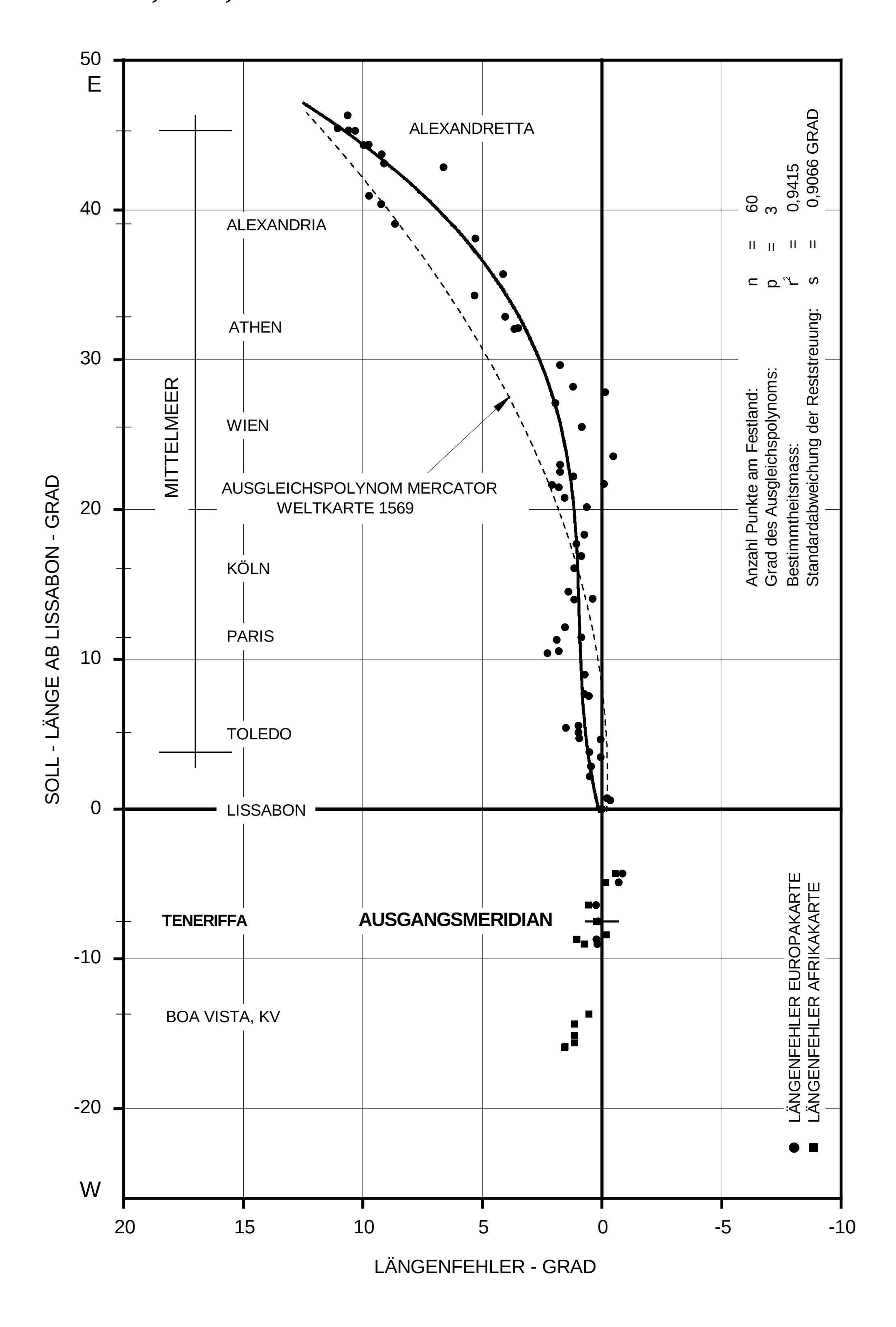


Abb. 4-5-6-2-a: Längenfehler der Europa- und Afrikakarte im Atlas 'Geographie, | qvi est | la premiere partie | de la | Cosmographie | Blaviane', 1663, Ausgangsmeridian: *Pico de Teneriffa*, 16°39' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

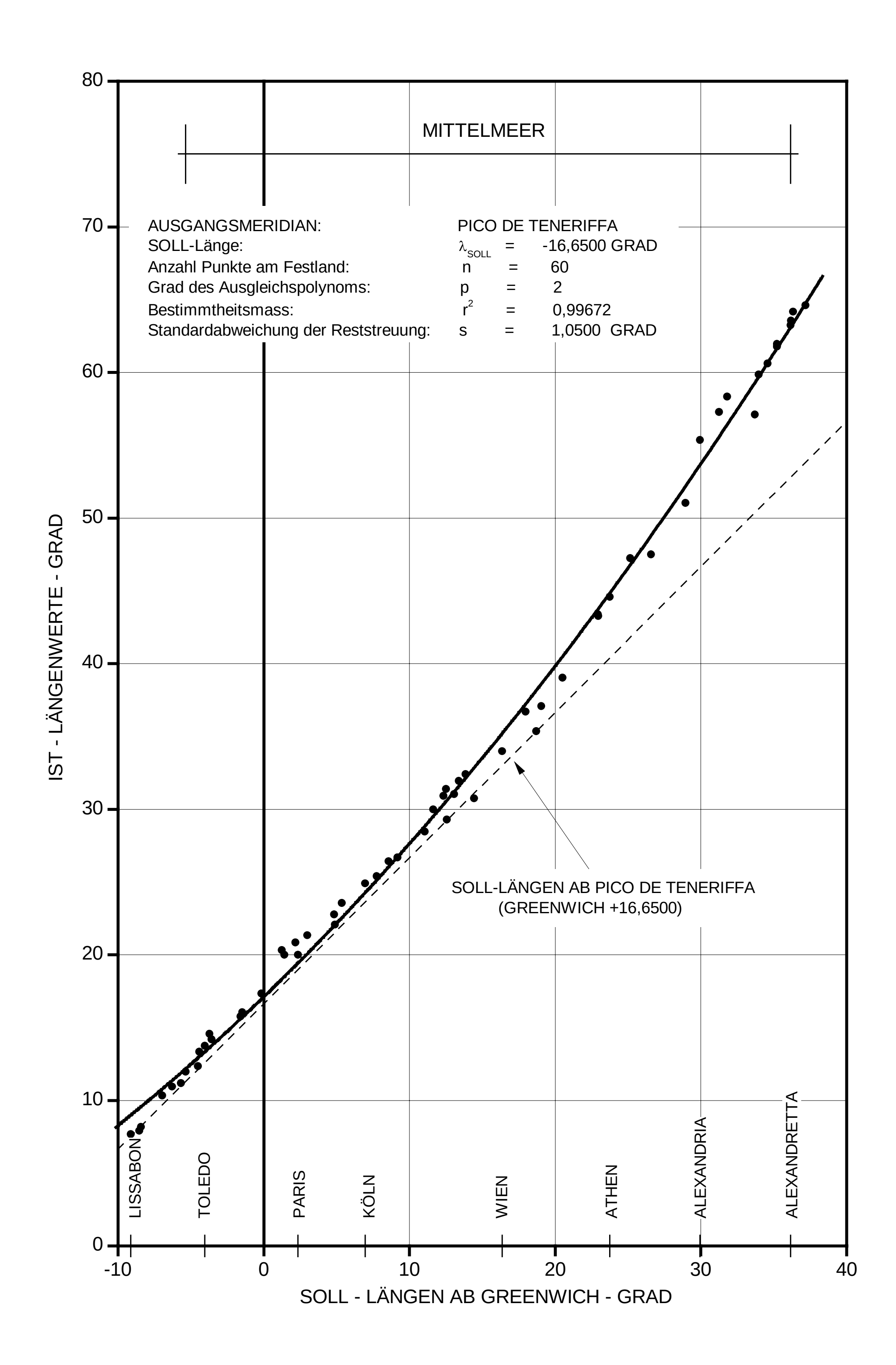


Abb. 4-5-6-2-b: Längenwerte der Europa und Afrikakarte im Atlas 'Geographie, | qvi est | la premiere partie | de la | Cosmographie | Blaviane', 1663, für den Festlandsbereich der Untersuchung. Ausgangsmeridian: *Pico de Teneriffa*, 16°39' westlich von *Greenwich*.

NR	ORTSNAME	$\lambda_{GR/SOLL}$ SOLL GRAD	$\lambda_{LIS/SOLL}$ SOLL GRAD	$\lambda_{PICO/IST}$ EK GRAD	$\lambda_{LIS/IST}$ EK GRAD	$\Delta\lambda$ EK GRAD	$\lambda_{PICO/IST}$ AFK GRAD	$\lambda_{LIS/IST}$ AFK GRAD	$\Delta\lambda$ AFK GRAD
1	SAN ANTONIO KV	-25,0667	-15,9333				-9,7500	-17,5000	1,5667
2	S. VINCENTE KV	-25,0000	-15,8667				-9,6667	-17,4166	1,5499
3	S. LUCIA KV	-24,7500	-15,6167				-9,0000	-16,7500	1,1333
4	S. NICOLAS KV	-24,2500	-15,1167				-8,5000	-16,2500	1,1333
5	SANTIAGO KV	-23,5000	-14,3667				-7,7500	-15,5000	1,1333
6	BOA VISTA KV	-22,8333	-13,7000				-6,5000	-14,2500	0,5500
7	FERRO KA, W	-18,1500	-9,0167	-1,5500	-9,2166	0,1999	-2,0000	-9,7500	0,7333
8	PALMA KA, Sta. Cruz	-17,8333	-8,7000	-1,2667	-8,9333	0,2333	-2,0000	-9,7500	1,0500
9	KAP VERDE	-17,5500	-8,4167				-0,5000	-8,2500	-0,1667
10	TENERIFFA KA, Pico	-16,6500	-7,5167	0,0000	-7,6666	0,1499	0,0000	-7,7500	0,2333
11	GRAN KAARIA KA	-15,5667	-6,4333	0,9833	-6,6833	0,2499	0,7500	-7,0000	0,5667
12	FUERTA VENTURA KA	-14,0333	-4,9000	3,4667	-4,1999	-0,7001	3,0000	-4,7500	-0,1500
13	LANZAROTE KA, E	-13,4500	-4,3167	4,2167	-3,4499	-0,8667	4,0000	-3,7500	-0,5667
14	LISSABON *)	-9,1333	0,0000	7,6667	0,0000	0,0000	7,7500	0,0000	0,0000
15	SANTIAGO DE COMP.	-8,5500	0,5833	7,9000	0,2334	-0,3499			
16	COIMBRA	-8,4167	0,7167	8,1667	0,5001	-0,2166			
17	BADAJOZ	-6,9667	2,1667	10,3333	2,6667	0,5001			
18	CADIZ	-6,3000	2,8333	10,9500	3,2834	0,4501			
19	SALAMANCA	-5,6667	3,4667	11,1833	3,5167	0,0501			
20	GIBRALTAR	-5,3500	3,7833	11,9833	4,3167	0,5334	12,3333	4,5833	0,8000
21	BREST	-4,5000	4,6333	12,3500	4,6834	0,0501			
22	MALAGA	-4,4167	4,7167	13,3333	5,6667	0,9501			
23	TOLEDO	-4,0333	5,1000	13,7500	6,0834	0,9834			
24	MADRID	-3,7167	5,4167	14,5833	6,9167	1,5001			
25	GRANADA	-3,5833	5,5500	14,2000	6,5334	0,9834			
26	NANTES	-1,5833	7,5500	15,7667	8,1001	0,5501			
27	BAYONNE	-1,4667	7,6667	16,0667	8,4001	0,7334			
28	LONDON	-0,1667	8,9667	17,3500	9,6834	0,7167			
29	TARRAGONA	1,2500	10,3833	20,3333	12,6667	2,2834			
30	TOULOUSE	1,4000	10,5333	20,0000	12,3334	1,8001			
31	BARCELONA	2,1667	11,3000	20,8500	13,1834	1,8834			
32	PARIS	2,3333	11,4667	20,0000	12,3334	0,8667			
33	NARBONNE	3,0000	12,1333	21,3333	13,6667	1,5334			
34	LYON	4,8333	13,9667	22,7833	15,1167	1,1501			
35	AMSTERDAM	4,9000	14,0333	22,0833	14,4167	0,3834			
36	MARSEILLE	5,3667	14,5000	23,5667	15,9001	1,4001			
37	KÖLN	6,9500	16,0833	24,9000	17,2334	1,1501			
38	STRASSBURG	7,7500	16,8833	25,4000	17,7334	0,8501			
39	ZÜRICH	8,5500	17,6833	26,4167	18,7501	1,0667			
40	KONSTANZ	9,1667	18,3000	26,7000	19,0334	0,7334			
41	ERFURT	11,0333	20,1667	28,4667	20,8001	0,6334			
42	FERRARA	11,6333	20,7667	30,0000	22,3334	1,5667			
43	VENEDIG	12,3333	21,4667	30,9333	23,2667	1,8001			
44	ROM	12,5000	21,6333	31,3833	23,7167	2,0834			
45	KOPENHAGEN	12,5667	21,7000	29,2833	21,6167	-0,0833			
46	SALZBURG	13,0500	22,1833	31,0333	23,3667	1,1834			
47	PALERMO	13,3833	22,5167	31,9333	24,2667	1,7501			

/Seite 2

NR	ORTSNAME	$\lambda_{GR/SOLL}$ SOLL GRAD	$\lambda_{LIS/SOLL}$ SOLL GRAD	$\lambda_{PICO/IST}$ EK GRAD	$\lambda_{LIS/IST}$ EK GRAD	$\Delta\lambda$ EK GRAD	$\lambda_{PICO/IST}$ AFK GRAD	$\lambda_{LIS/IST}$ AFK GRAD	$\Delta\lambda$ AFK GRAD
48	VILLACH	13,8500	22,9833	32,4000	24,7334	1,7501			
49	PRAG	14,4167	23,5500	30,7500	23,0834	-0,4666			
50	WIEN	16,3667	25,5000	34,0000	26,3334	0,8334			
51	BRINDISI	17,9500	27,0833	36,7000	29,0334	1,9501			
52	DANZIG	18,6833	27,8167	35,3500	27,6834	-0,1333			
53	BUDAPEST	19,0500	28,1833	37,0667	29,4001	1,2167			
54	BELGRAD	20,5000	29,6333	39,0500	31,3834	1,7501			
55	KORINTH	22,9167	32,0500	43,3833	35,7167	3,6667			
56	SALONIKI	22,9667	32,1000	43,2667	35,6001	3,5001			
57	ATHEN	23,7333	32,8667	44,5833	36,9167	4,0501			
58	CANDIA	25,1333	34,2667	47,2500	39,5834	5,3167			
59	EDIRNE	26,5667	35,7000	47,5000	39,8334	4,1334			
60	ISTANBUL	28,9500	38,0833	51,0333	43,3667	5,2834			
61	ALEXANDRIA	29,9167	39,0500	55,3667	47,7001	8,6501			
62	KAIRO	31,2500	40,3833	57,2833	49,6167	9,2334			
63	DAMIETTA	31,8000	40,9333	58,3333	50,6667	9,7334			
64	PEREKOP	33,7000	42,8333	57,1167	49,4501	6,6167			
65	FAMAGUSTA	33,9500	43,0833	59,8500	52,1834	9,1001			
66	ASCALON	34,5833	43,7167	60,6000	52,9334	9,2167			
67	BETHLEHEM	35,2000	44,3333	61,7667	54,1001	9,7667			
68	TYRUS	35,2000	44,3333	61,9667	54,3001	9,9667			
69	JERUSALEM	35,2167	44,3500	61,7667	54,1001	9,7501			
70	ALEXANDRETTA	36,1333	45,2667	63,2500	55,5834	10,3167			
71	ANTIOCHIA	36,1667	45,3000	63,5667	55,9001	10,6001			
72	DAMASKUS	36,3167	45,4500	64,1667	56,5001	11,0501			
73	ALEPPO	37,1667	46,3000	64,6000	56,9334	10,6334			

*)Lissabon auf Afrikakarte mit der mittleren Differenz zur Europakarte von 0°05' umgerechnet

Tab. 4-5-6-2: Längenfehler der Erdteilkarten Europa und Afrika im Atlas 'Geographie, | qvi est | la premiere partie | de la | Cosmographie | Blaviane', 1663. Ausgangsmeridian: *Pico de Teneriffa*, 16°39' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

4-5-7 *Frederick de Wit,* Atlas nach 1670

4-5-7-1 Frederick de Wit, Atlas, Weltkarte nach 1670

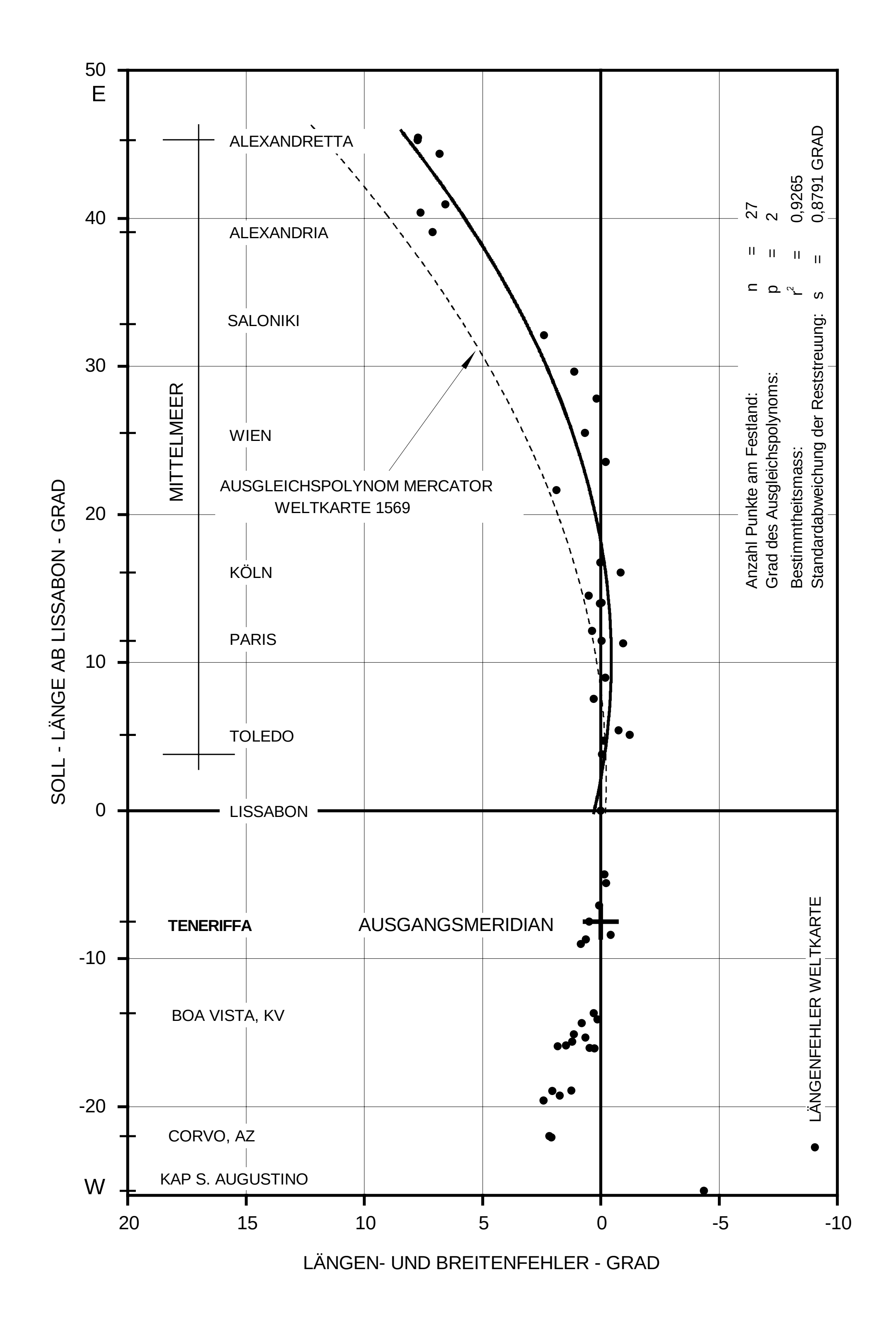


Abb. 4-5-7-1-a: Längenfehler der Weltkarte im 'Atlas' von *Frederick de Wit*, nach 1670, Ausgangsmeridian: *Pico de Teneriffa*, 16°39' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon.*

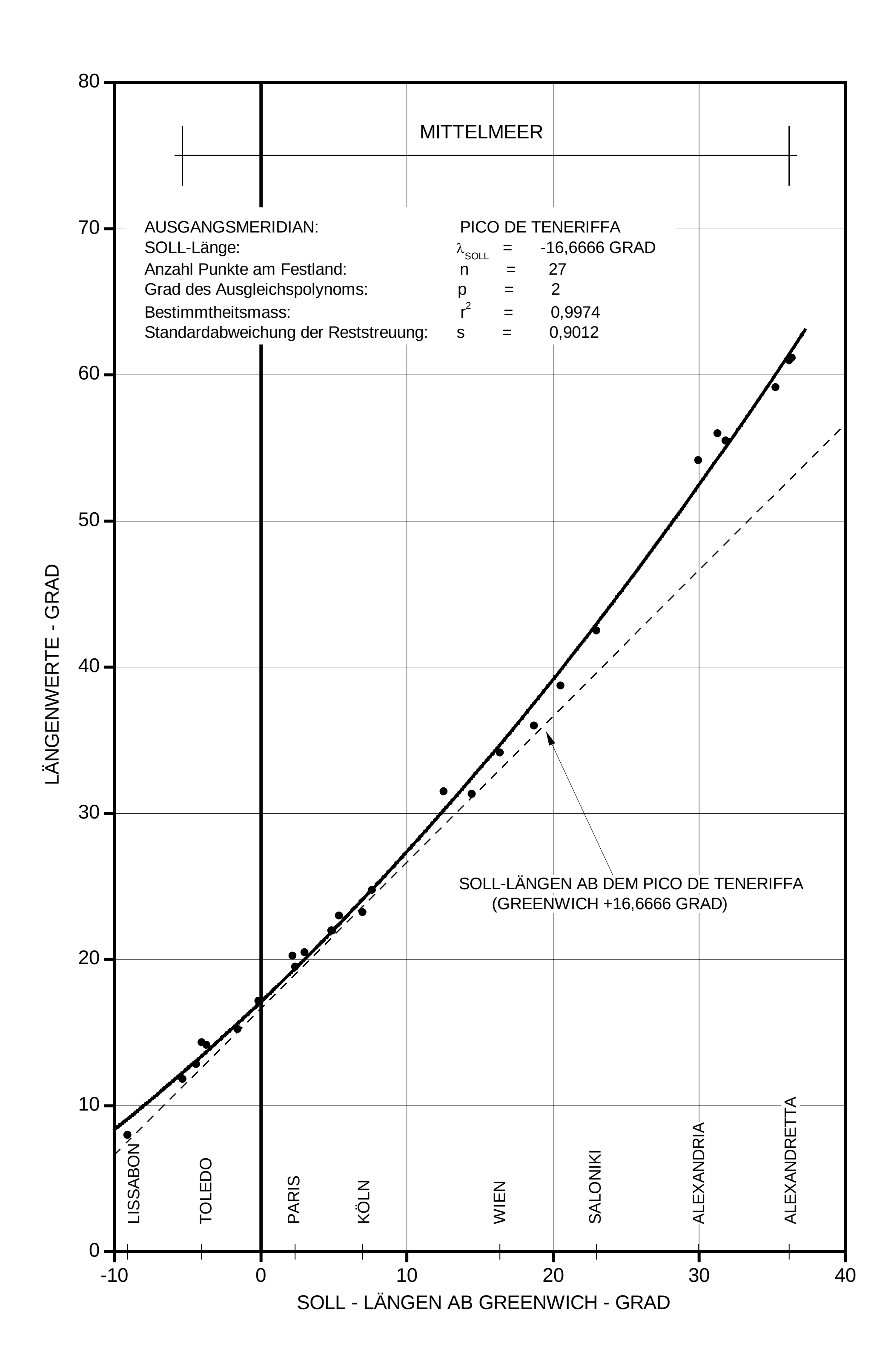


Abb. 4-5-7-1-b: Längenwerte der Weltkarte im 'Atlas' von *Frederick de Wit*, nach 1670 für den Festlandsbereich der Untersuchung. Ausgangsmeridian: *Pico de Teneriffa*, 16°39' westlich von *Greenwich*.

4-5-7-2 Frederick de Wit, Atlas, Erdteilkarten nach 1670

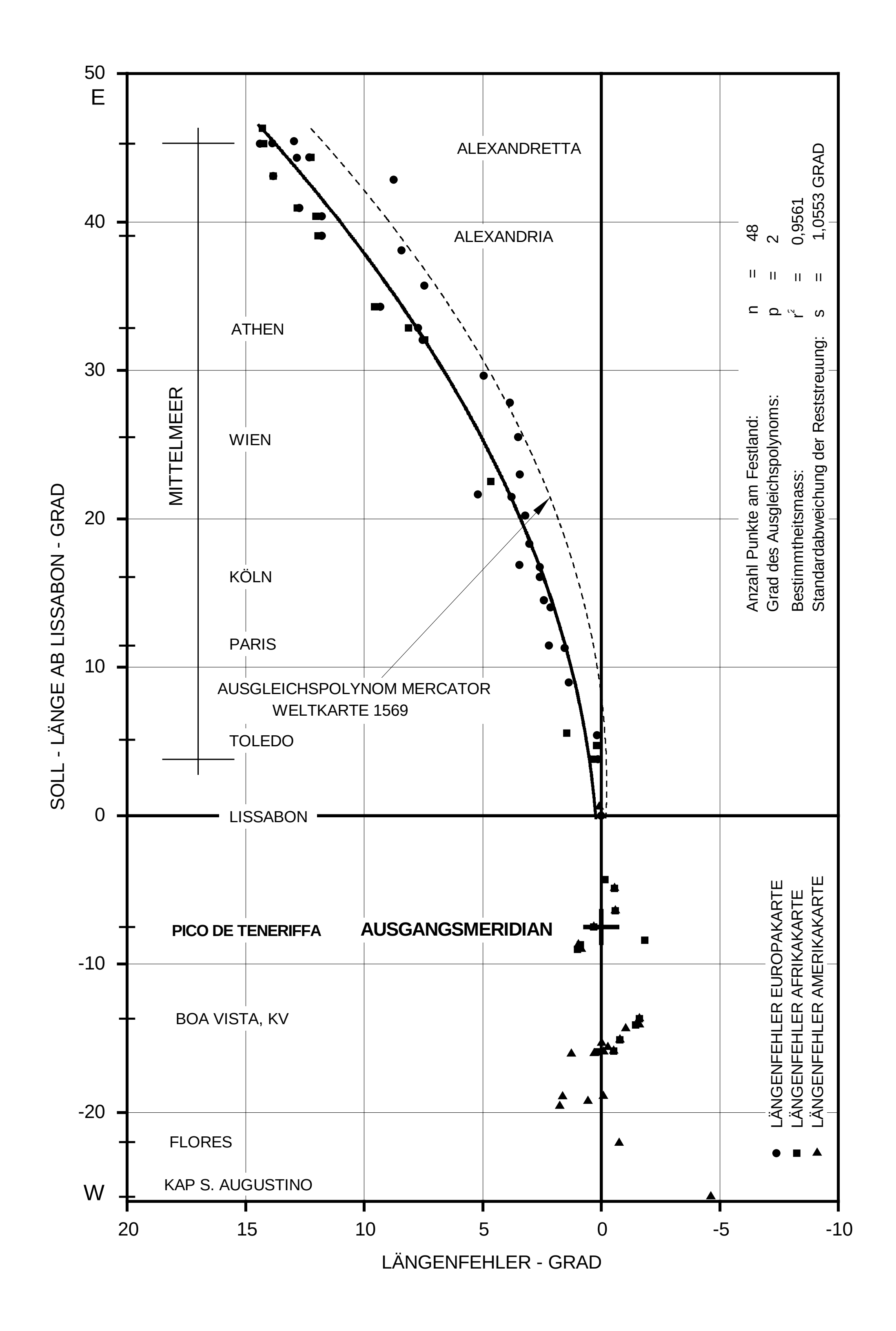


Abb. 4-5-7-2-a: Längenfehler der Erdteilkarten Europa, Afrika und Amerika im 'Atlas' von *Frederick de Wit*, nach 1670. Ausgangsmeridian: *Pico de Teneriffa*, 16°39' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

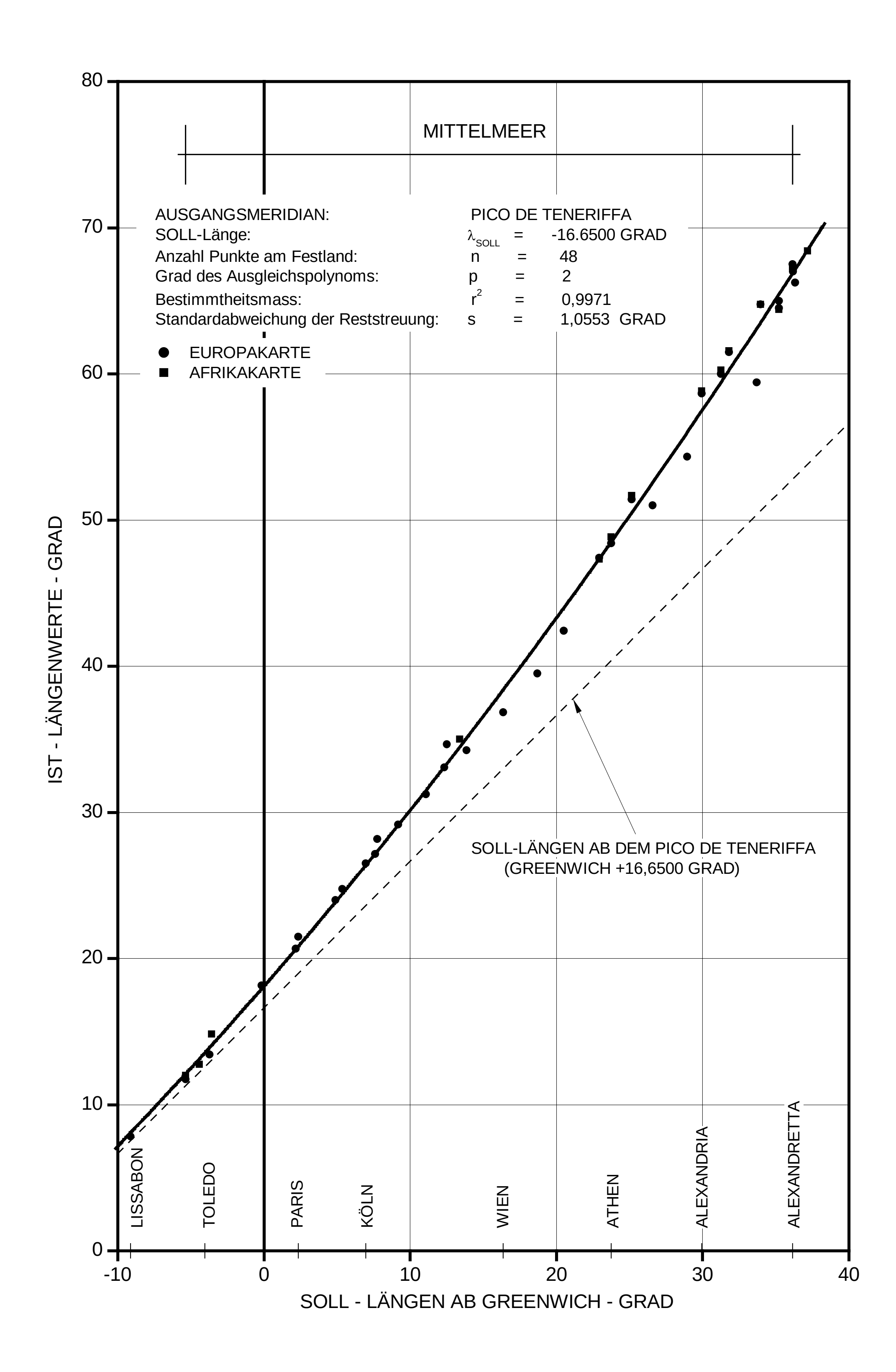


Abb. 4-5-7-2-b: Längenwerte der Erdteilkarten von Europa und Afrika im 'Atlas' von *Frederick de Wit*, nach 1670 für den Festlandsbereich der Untersuchung. Ausgangsmeridian: *Pico de Teneriffa*, 16°39' westlich von *Greenwich*.

		$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	$\lambda_{PICO/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\lambda$	$\lambda_{PICO/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\lambda$
NR	ORTSNAME	SOLL	SOLL	WK	WK	WK	EK	EK	EK
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
1	KAP S. AUGUSTINO	-34,8333	-25,7000	-13,3333	-21,3333	-4,3667			
2	FLORES AZ	-31,2167	-22,0833	-16,1667	-24,1667	2,0833			
3	CORVO AZ	-31,1333	-22,0000	-16,1667	-24,1667	2,1667			
4	FAYAL AZ	-28,7167	-19,5833	-14,0000	-22,0000	2,4167			
5	PICO AZ	-28,4000	-19,2667	-13,0000	-21,0000	1,7333			
6	S. JORGE AZ	-28,0833	-18,9500	-13,0000	-21,0000	2,0500			
7	GRACIOSA AZ	-28,0500	-18,9167	-12,1667	-20,1667	1,2500			
8	S. MIGUEL AZ, E	-25,1667	-16,0333	-8,5000	-16,5000	0,4667			
9	SANTA MARIA AZ, W	-25,2000	-16,0667	-8,3333	-16,3333	0,2667			
10	S. ANTONIO KV	-25,0667	-15,9333	-9,7500	-17,7500	1,8167			
11	S. VINCENTE KV	-25,0000	-15,8667	-9,3333	-17,3333	1,4667			
12	S. LUCIA KV	-24,7500	-15,6167	-8,8333	-16,8333	1,2167			
13	FOGO KV	-24,4833	-15,3500	-8,0000	-16,0000	0,6500			
14	S. NICOLAS KV	-24,2500	-15,1167	-8,2500	-16,2500	1,1333			
15	SANTIAGO KV, Z	-23,5000	-14,3667	-7,1667	-15,1667	0,8000			
16	MAYO KV, Z	-23,2500	-14,1167	-6,2500	-14,2500	0,1333			
17	BOA VISTA KV, Z	-22,8333	-13,7000	-6,0000	-14,0000	0,3000			
18	FERRO KA, W	-18,1500	-9,0167	-1,8333	-9,8333	0,8167			
19	PALMA KA, Sta. Cruz	-17,8333	-8,7000	-1,3333	-9,3333	0,6333			
20	KAP VERDE	-17,5500	-8,4167	0,0000	-8,0000	-0,4167			
21	TENERIFFA KA, Pico	-16,6500	-7,5167	0,0000	-8,0000	0,4833			
22	GRAN KANARIA KA, Z	-15,5667	-6,4333	1,5000	-6,5000	0,0667			
23	FUERTA VENTURA KA,	-14,0333	-4,9000	3,3333	-4,6667	-0,2333			
24	LANZAROTE KA, E	-13,4500	-4,3167	3,8333	-4,1667	-0,1500			
25	LISSABON	-9,1333	0,0000	8,0000	0,0000	0,0000	7,8333	0,0000	0,0000
26	GIBRALTAR	-5,3500	3,7833	11,8333	3,8333	0,0500	11,7500	3,9167	0,1333
27	MALAGA	-4,4167	4,7167	12,8333	4,8333	0,1167			
28	TOLEDO	-4,0333	5,1000	14,3333	6,3333	1,2333			
29	MADRID	-3,7167	5,4167	14,1667	6,1667	0,7500	13,4167	5,5833	0,1667
30	NANTES	-1,5833	7,5500	15,2500	7,2500	-0,3000			
31	LONDON	-0,1667	8,9667	17,1667	9,1667	0,2000	18,1667	10,3333	1,3667
32	BARCELONA	2,1667	11,3000	20,2500	12,2500	0,9500	20,6667	12,8333	1,5333
33	PARIS	2,3333	11,4667	19,5000	11,5000	0,0333	21,5000	13,6667	2,2000
34	NARBONNE	3,0000	12,1333	20,5000	12,5000	0,3667			
35	LYON	4,8333	13,9667	22,0000	14,0000	0,0333			
36	AMSTERDAM	4,9000	14,0333	22,0000	14,0000	-0,0333	24,0000	16,1667	2,1333
37	MARSEILLE	5,3667	14,5000	23,0000	15,0000	0,5000	24,7500	16,9167	2,4167
38	KÖLN	6,9500	16,0833	23,2500	15,2500	-0,8333	26,5000	18,6667	2,5833
39	BASEL	7,6000	16,7333	24,7500	16,7500	0,0167	27,1667	19,3333	2,6000
40	STRASSBURG	7,7500	16,8833				28,1667	20,3333	3,4500
41	KONSTANZ	9,1667	18,3000				29,1667	21,3333	3,0333
42	NÜRNBERG	11,0833	20,2167				31,2500	23,4167	3,2000
43	VENEDIG	12,3333	21,4667				33,0833	25,2500	3,7833
44	ROM	12,5000	21,6333	31,5000	23,5000	1,8667	34,6667	26,8333	5,2000
45	VILLACH	13,8500	22,9833				34,2500	26,4167	3,4333
46	PRAG	14,4167	23,5500	31,3333	23,3333	-0,2167			
47	WIEN	16,3667	25,5000	34,1667	26,1667	0,6667	36,8333	29,0000	3,5000

/Seite 2

NR	ORTSNAME	$\lambda_{GR/SOLL}$ SOLL GRAD	$\lambda_{LIS/SOLL}$ SOLL GRAD	$\lambda_{PICO/IST}$ WK GRAD	$\lambda_{LIS/IST}$ WK GRAD	$\Delta\lambda$ WK GRAD	$\lambda_{PICO/IST}$ EK GRAD	$\lambda_{LIS/IST}$ EK GRAD	$\Delta\lambda$ EK GRAD
48	DANZIG	18,6833	27,8167	36,0000	28,0000	0,1833	39,5000	31,6667	3,8500
49	BELGRAD	20,5000	29,6333	38,7500	30,7500	1,1167	42,4167	34,5833	4,9500
50	KORINTH	22,9167	32,0500				47,4167	39,5833	7,5333
51	SALONIKI	22,9667	32,1000	42,5000	34,5000	2,4000			
52	ATHEN	23,7333	32,8667				48,4167	40,5833	7,7167
53	CANDIA	25,1333	34,2667				51,4167	43,5833	9,3167
54	EDIRNE	26,5667	35,7000				51,0000	43,1667	7,4667
55	ISTANBUL	28,9500	38,0833				54,3333	46,5000	8,4167
56	ALEXANDRIA	29,9167	39,0500	54,1667	46,1667	7,1167	58,6667	50,8333	11,7833
57	KAIRO	31,2500	40,3833	56,0000	48,0000	7,6167	60,0000	52,1667	11,7833
58	DAMIETTA	31,8000	40,9333	55,5000	47,5000	6,5667	61,5000	53,6667	12,7333
59	PEREKOP	33,7000	42,8333				59,4167	51,5833	8,7500
60	FAMAGUSTA	33,9500	43,0833				64,7500	56,9167	13,8333
61	TYRUS, Tyre	35,2000	44,3333				65,0000	57,1667	12,8333
62	JERUSALEM	35,2167	44,3500	59,1667	51,1667	6,8167	64,5000	56,6667	12,3167
63	ALEXANDRETTA	36,1333	45,2667	61,0000	53,0000	7,7333	67,5000	59,6667	14,4000
64	ANTIOCHIA	36,1667	45,3000				67,0000	59,1667	13,8667
65	DAMASKUS	36,3167	45,4500	61,1667	53,1667	7,7167	66,2500	58,4167	12,9667

Tab. 4-5-7-1: Längenfehler der Weltkarte und der Erdteilkarte Europa im 'Atlas' von *Frederick de Wit*, nach 1670. Ausgangsmeridiane: *Pico de Teneriffa*, 16°39' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

NR	ORTSNAME	$\lambda_{GR/SOLL}$ SOLL GRAD	$\lambda_{LIS/SOLL}$ SOLL GRAD	$\lambda_{PICO/IST}$ AFK GRAD	$\lambda_{LIS/IST}$ AFK GRAD	$\Delta\lambda$ AFK GRAD	$\lambda_{PICO/IST}$ AMK GRAD	$\lambda_{LIS/IST}$ AMK GRAD	$\Delta\lambda$ AMK GRAD
1	KAP S. AUGUSTINO	-34,8333	-25,7000				-13,2500	-21,0833	-4,6167
2	FLORES AZ	-31,2167	-22,0833				-13,5000	-21,3333	-0,7500
3	FAYAL AZ	-28,7167	-19,5833				-13,5000	-21,3333	1,7500
4	PICO AZ	-28,4000	-19,2667				-12,0000	-19,8333	0,5667
5	S. JORGE AZ	-28,0833	-18,9500				-12,7500	-20,5833	1,6333
6	GRACIOSA AZ	-28,0500	-18,9167				-11,0000	-18,8333	-0,0833
7	S. MIGUEL AZ, E	-25,1667	-16,0333				-8,5000	-16,3333	0,3000
8	SANTA MARIA AZ, W	-25,2000	-16,0667				-9,5000	-17,3333	1,2667
9	S. ANTONIO KV	-25,0667	-15,9333	-8,2500	-16,0833	0,1500	-8,0000	-15,8333	-0,1000
10	S. VINCENTE KV	-25,0000	-15,8667	-7,5000	-15,3333	-0,5333	-7,5000	-15,3333	-0,5333
11	S. LUCIA KV	-24,7500	-15,6167				-7,5000	-15,3333	-0,2833
12	FOGO KV	-24,4833	-15,3500				-7,5000	-15,3333	-0,0167
13	S. NICOLAS KV	-24,2500	-15,1167	-6,5000	-14,3333	-0,7833	-6,5000	-14,3333	-0,7833
14	SANTIAGO KV	-23,5000	-14,3667				-5,5000	-13,3333	-1,0333
15	MAYO KV	-23,2500	-14,1167	-4,8333	-12,6667	-1,4500	-4,6667	-12,5000	-1,6167
16	BOA VISTA KV	-22,8333	-13,7000	-4,2500	-12,0833	-1,6167	-4,2500	-12,0833	-1,6167
17	FERRO KA, W	-18,1500	-9,0167	-2,1667	-10,0000	0,9833	-2,0000	-9,8333	0,8167
18	PALMA KA, Sta. Cruz	-17,8333	-8,7000	-1,7500	-9,5833	0,8833	-1,8333	-9,6667	0,9667
19	KAP VERDE	-17,5500	-8,4167	1,2500	-6,5833	-1,8333			
20	TENERIFFA KA, Pico	-16,6500	-7,5167	0,0000	-7,8333	0,3167	0,0000	-7,8333	0,3167
21	GRAN KAARIA KA	-15,5667	-6,4333	2,0000	-5,8333	-0,6000	2,0000	-5,8333	-0,6000
22	FUERTA VENTURA KA	-14,0333	-4,9000	3,5000	-4,3333	-0,5667	3,5000	-4,3333	-0,5667
23	LANZAROTE KA, E	-13,4500	-4,3167	3,6667	-4,1667	-0,1500			
24	LISSABON	-9,1333	0,0000				7,8333	0,0000	0,0000
25	SANTIAGO DE COMP.	-8,5500	0,5833				8,3333	0,5000	-0,0833
26	GIBRALTAR	-5,3500	3,7833	12,0000	4,1667	0,3833			
27	MALAGA	-4,4167	4,7167	12,7500	4,9167	0,2000			
28	GRANADA	-3,5833	5,5500	14,8333	7,0000	1,4500			
29	PALERMO	13,3833	22,5167	35,0000	27,1667	4,6500			
30	KORINTH	22,9167	32,0500	47,3333	39,5000	7,4500			
31	ATHEN	23,7333	32,8667	48,8333	41,0000	8,1333			
32	CANDIA	25,1333	34,2667	51,6667	43,8333	9,5667			
33	ALEXANDRIA	29,9167	39,0500	58,8333	51,0000	11,9500			
34	KAIRO	31,2500	40,3833	60,2500	52,4167	12,0333			
35	DAMIETTA	31,8000	40,9333	61,5833	53,7500	12,8167			
36	FAMAGUSTA	33,9500	43,0833	64,7500	56,9167	13,8333			
37	JERUSALEM	35,2167	44,3500	64,4167	56,5833	12,2333			
38	ALEXANDRETTA	36,1333	45,2667	67,3333	59,5000	14,2333			
39	ALEPPO	37,1667	46,3000	68,4167	60,5833	14,2833			

Tab. 4-5-7-2: Längenfehler der Erdteilkarten Afrika und Amerika im 'Atlas' von *Frederick de Wit*, nach 1670. Ausgangsmeridiane: *Pico de Teneriffa*, 16°39' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

4-5-8 *Nicolas Sanson d'Abbeville,* Atlanten, 1683

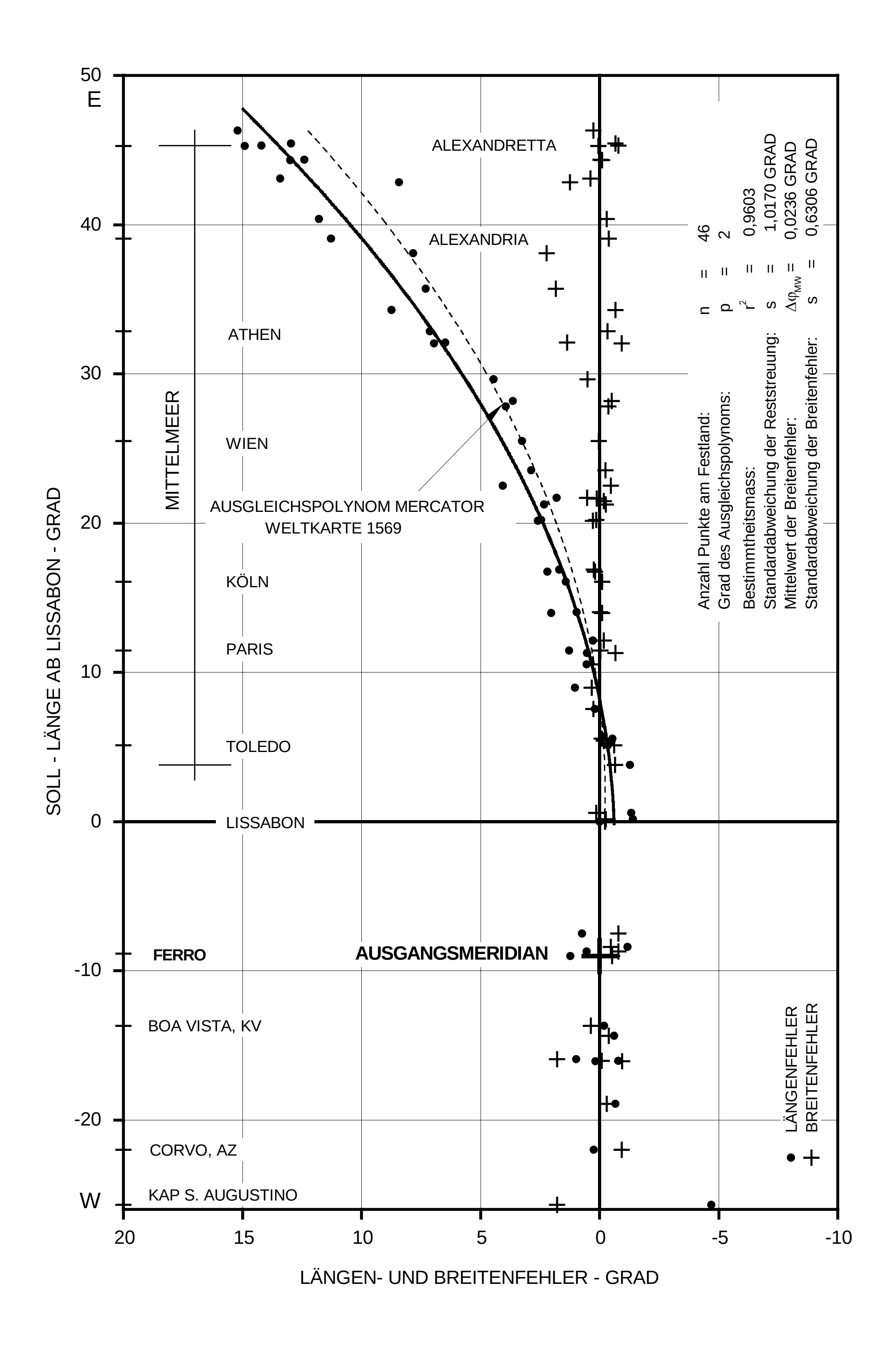


Abb. 4-5-8-a: Längen- und Breitenfehler der Erteilkarten in den Atlanten von *Nicolas Sanson d'Abbeville*, 1683. Ausgangsmeridian: *Ferro*, *Pta. Orchilla* 18°09' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

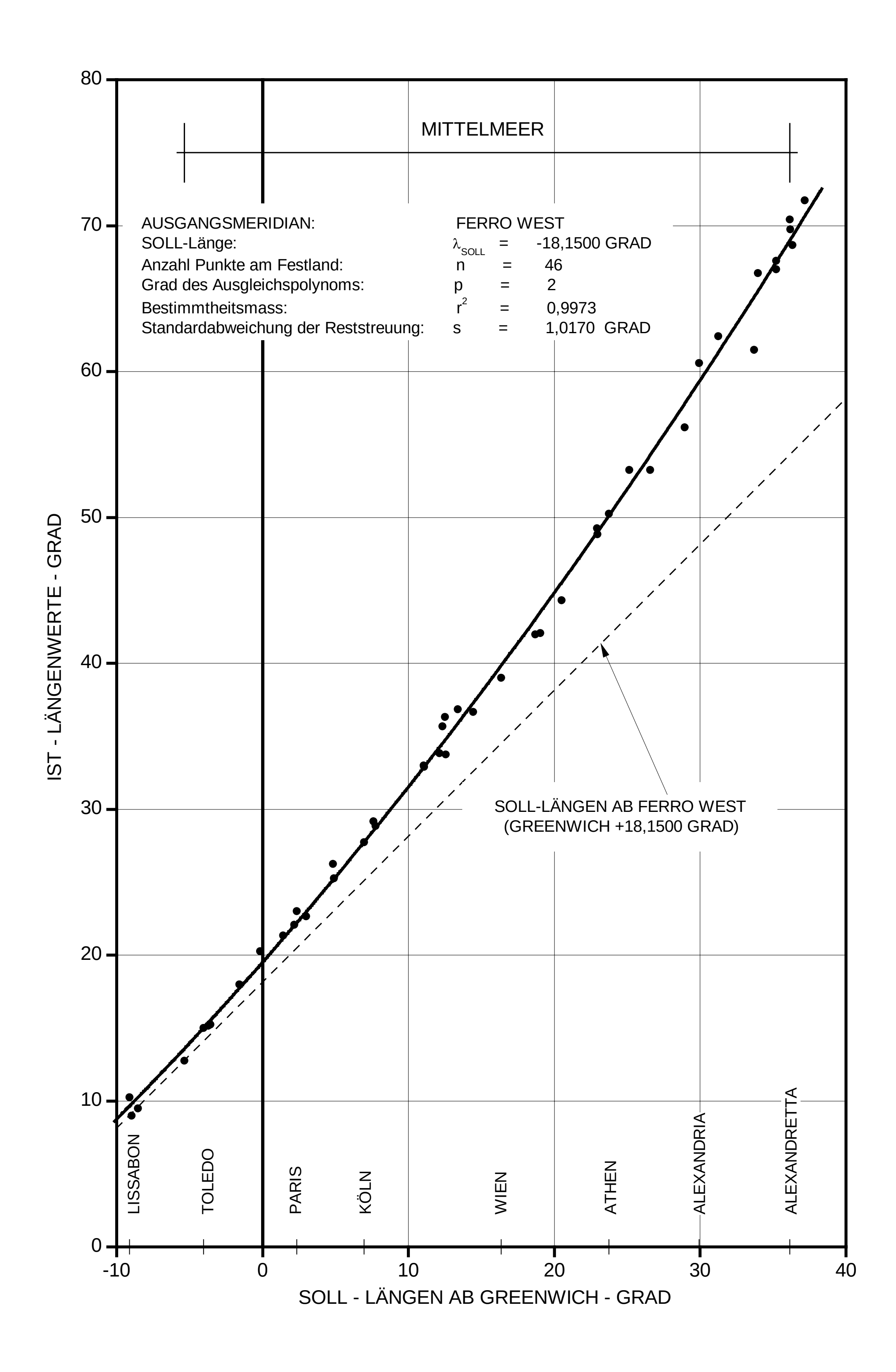


Abb. 4-5-8-b: Längenwerte der Europakarte des Atlas von *Nicolas Sanson d'Abbeville*, 1683 für den Festlandsbereich der Untersuchung. Ausgangsmeridian: *Ferro*, *Pta. Orchilla* 18°09' westlich von *Greenwich*.

		φ_{SOLL}	$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	φ_{IST}	$\lambda_{FERRO/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\ \varphi$	$\Delta\ \lambda$
NR	ORTSNAME	SOLL	SOLL	SOLL	EK	EK	EK	EK	EK
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
1	KAP S. AUGUSTINO *)	-6,9667	-34,8333	-25,7000	-8,7500	-10,7500	-21,0000	1,7833	-4,7000
2	CORVO AZ *)	39,6833	-31,1333	-22,0000	38,7500	-12,0000	-22,2500	-0,9333	0,2500
3	GRACIOSA AZ *)	39,0500	-28,0500	-18,9167	38,7500	-8,0000	-18,2500	-0,3000	-0,6667
4	S. MIGUEL AZ E *)	37,5833	-25,1667	-16,0333	37,5000	-5,0000	-15,2500	-0,0833	-0,7833
5	SAN ANTONIO KV*)	17,2167	-25,0667	-15,9333	19,0000	-6,6667	-16,9167	1,7833	0,9833
6	SANTA MARIA AZ W *)	36,9500	-25,2000	-16,0667	36,0000	-6,0000	-16,2500	-0,9500	0,1833
7	SANTIAGO KV*)	14,8833	-23,5000	-14,3667	14,5000	-3,5000	-13,7500	-0,3833	-0,6167
8	BOA VISTA KV*)	15,9667	-22,8333	-13,7000	16,3333	-3,2500	-13,5000	0,3667	-0,2000
9	FERRO KA W *)	27,7000	-18,1500	-9,0167	27,1667	0,0000	-10,2500	-0,5333	1,2333
10	PALMA KA*)	28,7833	-17,8333	-8,7000	28,0000	1,0000	-9,2500	-0,7833	0,5500
11	KAP VERDE *)	14,7167	-17,5500	-8,4167	14,2500	3,0000	-7,2500	-0,4667	-1,1667
12	TENERIFFA KA*)	28,2833	-16,6500	-7,5167	27,5000	2,0000	-8,2500	-0,7833	0,7333
13	LISSABON	38,7333	-9,1333	0,0000	38,5000	10,2500	0,0000	-0,2333	0,0000
14	KAP ST. VINCENT	37,0167	-8,9833	0,1500	36,7500	9,0000	-1,2500	-0,2667	-1,4000
15	SANTIAGO DE COMP.	42,8667	-8,5500	0,5833	43,0000	9,5000	-0,7500	0,1333	-1,3333
16	GIBRALTAR	36,1500	-5,3500	3,7833	35,5000	12,7500	2,5000	-0,6500	-1,2833
17	TOLEDO	39,8667	-4,0333	5,1000	39,2500	15,0000	4,7500	-0,6167	-0,3500
18	MADRID	40,4167	-3,7167	5,4167	40,2500	15,1667	4,9167	-0,1667	-0,5000
19	GRANADA	37,1667	-3,5833	5,5500	37,0833	15,2500	5,0000	-0,0833	-0,5500
20	NANTES	47,2333	-1,5833	7,5500	47,5000	18,0000	7,7500	0,2667	0,2000
21	LONDON	51,5000	-0,1667	8,9667	51,8333	20,2500	10,0000	0,3333	1,0333
22	TOULOUSE	43,5500	1,4000	10,5333	43,8333	21,3333	11,0833	0,2833	0,5500
23	BARCELONA	41,4167	2,1667	11,3000	40,7500	22,0833	11,8333	-0,6667	0,5333
24	PARIS	48,8667	2,3333	11,4667	48,8333	23,0000	12,7500	-0,0333	1,2833
25	NARBONNE	43,1833	3,0000	12,1333	43,0000	22,6667	12,4167	-0,1833	0,2833
26	LYON	45,7667	4,8333	13,9667	45,6667	26,2500	16,0000	-0,1000	2,0333
27	AMSTERDAM	52,3500	4,9000	14,0333	52,3333	25,2500	15,0000	-0,0167	0,9667
28	KÖLN	50,9333	6,9500	16,0833	50,8333	27,7500	17,5000	-0,1000	1,4167
29	BASEL	47,5500	7,6000	16,7333	47,7500	29,1667	18,9167	0,2000	2,1833
30	STRASSBURG	48,5833	7,7500	16,8833	48,8333	28,8333	18,5833	0,2500	1,7000
31	ERFURT	50,9667	11,0333	20,1667	51,2500	33,0000	22,7500	0,2833	2,5833
32	NÜRNBERG	49,4500	11,0833	20,2167	49,5833	32,9167	22,6667	0,1333	2,4500
33	REGENSBURG	49,0167	12,1167	21,2500	48,7500	33,8333	23,5833	-0,2667	2,3333
34	VENEDIG	45,4333	12,3333	21,4667	45,2500	35,6667	25,4167	-0,1833	3,9500
35	ROM	41,8833	12,5000	21,6333	42,0000	36,3333	26,0833	0,1167	4,4500
36	KOPENHAGEN	55,7167	12,5667	21,7000	56,2500	33,7500	23,5000	0,5333	1,8000
37	PALERMO	38,1333	13,3833	22,5167	37,6667	36,8333	26,5833	-0,4667	4,0667
38	PRAG	50,0833	14,4167	23,5500	49,8333	36,6667	26,4167	-0,2500	2,8667
39	WIEN	48,2167	16,3667	25,5000	48,2500	39,0000	28,7500	0,0333	3,2500
40	DANZIG	54,3667	18,6833	27,8167	54,0000	42,0000	31,7500	-0,3667	3,9333
41	BUDAPEST	47,5000	19,0500	28,1833	47,0000	42,0833	31,8333	-0,5000	3,6500
42	BELGRAD	44,8333	20,5000	29,6333	45,3333	44,3333	34,0833	0,5000	4,4500
43	KORINTH	37,9333	22,9167	32,0500	37,0000	49,2500	39,0000	-0,9333	6,9500
44	SALONIKI	40,6333	22,9667	32,1000	42,0000	48,8333	38,5833	1,3667	6,4833
45	ATHEN	38,0000	23,7333	32,8667	37,6667	50,2500	40,0000	-0,3333	7,1333
46	CANDIA	35,3333	25,1333	34,2667	34,6667	53,2500	43,0000	-0,6667	8,7333
47	EDIRNE	41,6667	26,5667	35,7000	43,5000	53,2500	43,0000	1,8333	7,3000

/Seite 2

		φ_{SOLL}	$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	φ_{IST}	$\lambda_{FERRO/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\varphi$	$\Delta\lambda$
NR	ORTSNAME	SOLL	SOLL	SOLL	EK	EK	EK	EK	EK
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
48	ISTANBUL	41,0333	28,9500	38,0833	43,2500	56,1667	45,9167	2,2167	7,8333
49	ALEXANDRIA	31,2167	29,9167	39,0500	30,8333	60,5833	50,3333	-0,3833	11,2833
50	KAIRO	30,0500	31,2500	40,3833	29,7500	62,4167	52,1667	-0,3000	11,7833
51	PEREKOP	46,1667	33,7000	42,8333	47,4167	61,5000	51,2500	1,2500	8,4167
52	FAMAGUSTA	35,1167	33,9500	43,0833	35,5000	66,7500	56,5000	0,3833	13,4167
53	TYRUS, Tyre	33,2667	35,2000	44,3333	33,1667	67,5833	57,3333	-0,1000	13,0000
54	JERUSALEM	31,7833	35,2167	44,3500	31,7500	67,0000	56,7500	-0,0333	12,4000
55	ALEXANDRETTA	36,6167	36,1333	45,2667	36,6667	70,4167	60,1667	0,0500	14,9000
56	ANTIOCHIA	36,2000	36,1667	45,3000	35,4167	69,7500	59,5000	-0,7833	14,2000
57	DAMASKUS	33,5000	36,3167	45,4500	32,8333	68,6667	58,4167	-0,6667	12,9667
58	ALEPPO	36,2333	37,1667	46,3000	36,5000	71,7500	61,5000	0,2667	15,2000

*) Werte der Afrikakarte

Tab. 4-5-8: Längen- und Breitenfehler der Europa- und Afrikakarte des Atlas von *Nicolas Sanson d'Abbeville*, 1683. Ausgangsmeridian: *Ferro, Pta. Orchilla*, 18°09' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

4-6 Geographische Tabellen des 17. Jahrhunderts

4-6-1 *Johannes Kepler*, Tabulæ Rudolphinæ, 1627

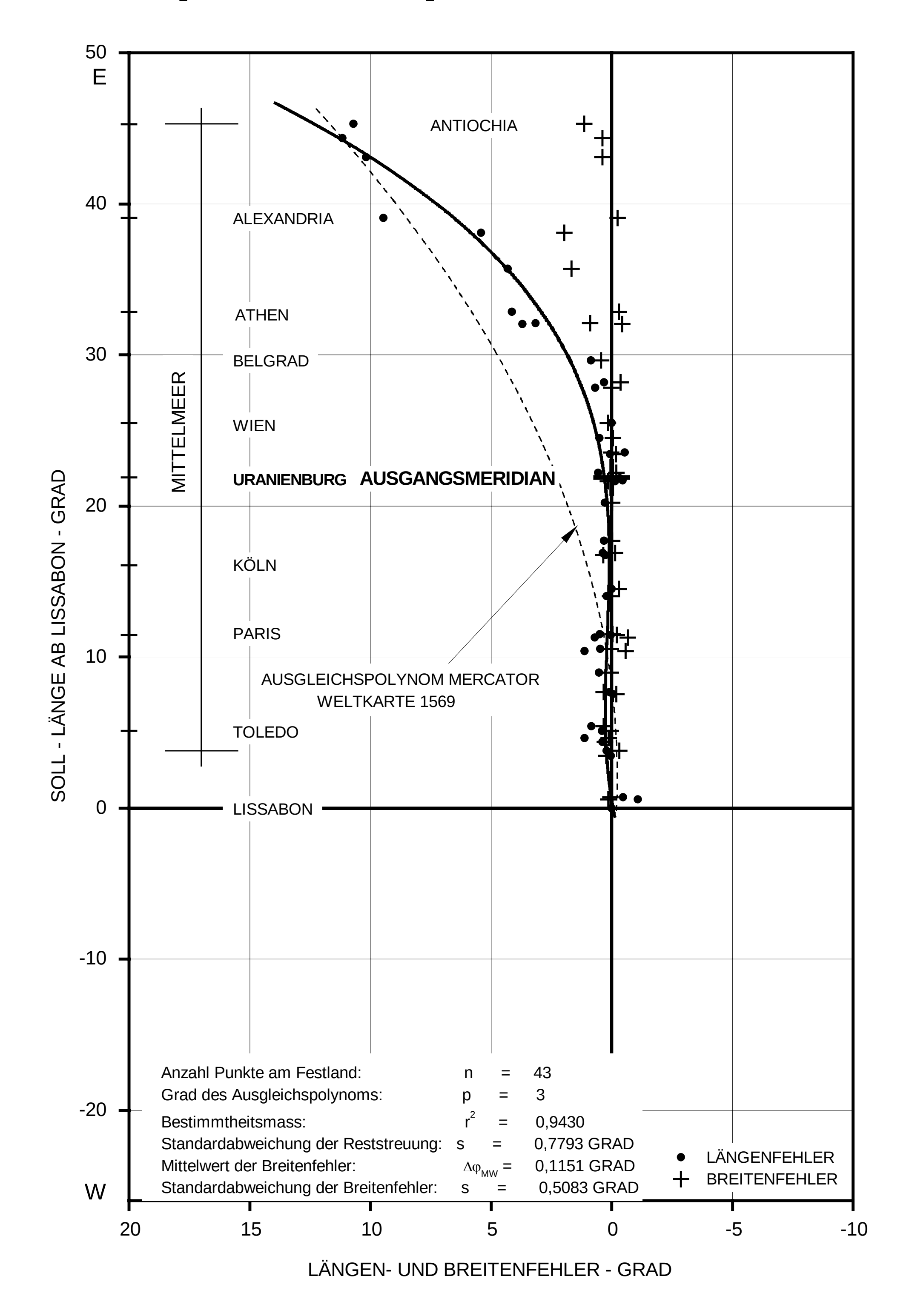


Abb. 4-6-1-a: Längen- und Breitenfehler des ‹Catalogus Locorum› in den 'Tabulæ Rudolphinæ' von *Johannes Kepler*, 1627. Ausgangsmeridian: *Uranienburg*, 12°42' östlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

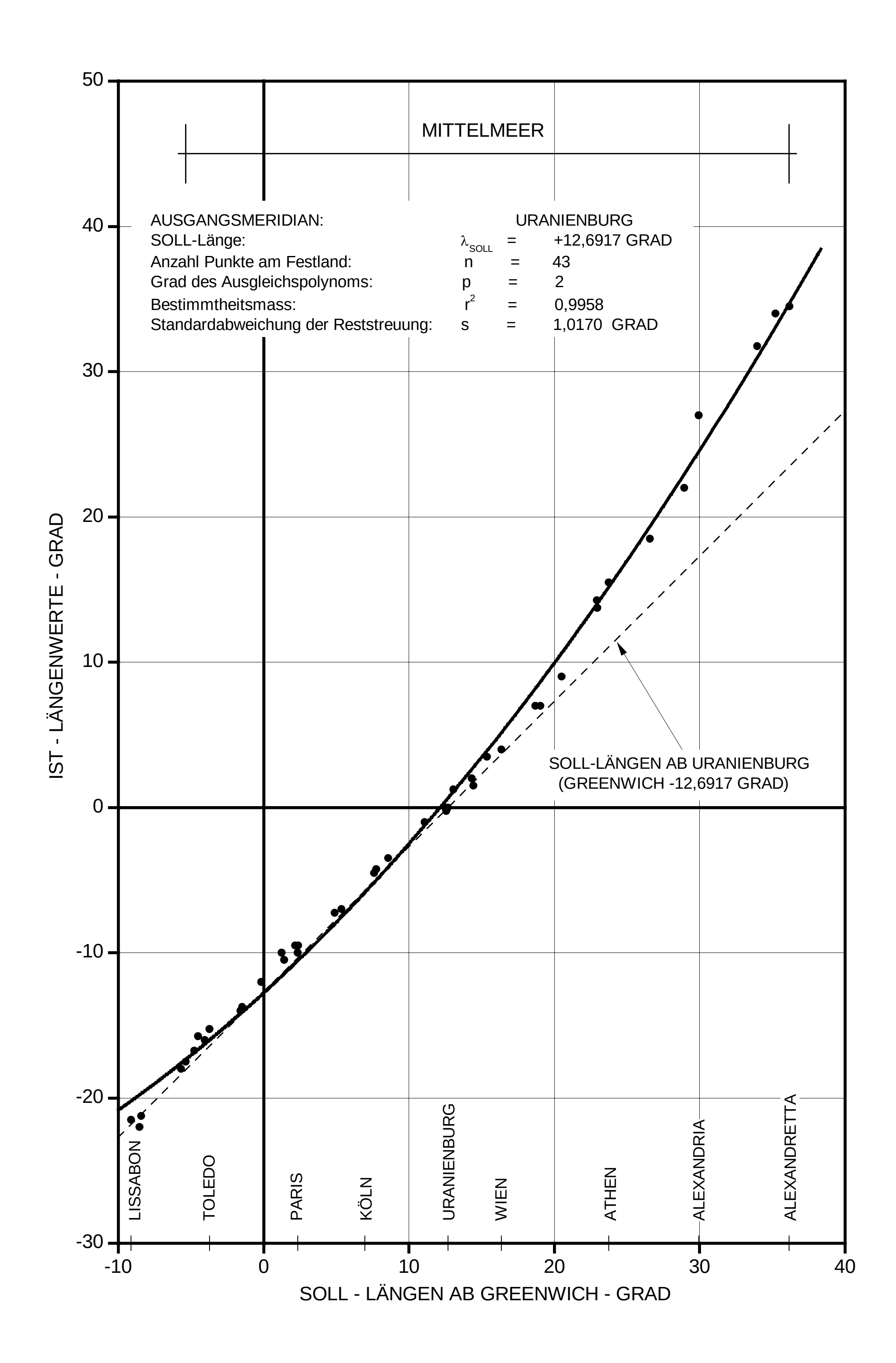


Abb. 4-6-1-b: Längenwerte des ‹Catalogus Locorum› in den 'Tabulæ Rudolphinæ' von *Johannes Kepler*, 1627, für den Gesamtbereich der Untersuchung. Ausgangsmeridian: *Uranienburg*, 12°42' östlich von *Greenwich*.

NR	ORTSNAME	φ_{SOLL} SOLL GRAD	$\lambda_{GR/SOLL}$ SOLL GRAD	$\lambda_{LIS/SOLL}$ SOLL GRAD	φ_{IST} TABELLE GRAD	$\lambda_{HVEN/IST}$ TABELLE GRAD	$\lambda_{LIS/IST}$ TABELLE GRAD	$\Delta\varphi$ TABELLE GRAD	$\Delta\lambda$ TABELLE GRAD
1	LISSABON	38,7333	-9,1333	0,0000	38,7500	-21,5000	0,0000	0,0167	0,0000
2	SANTIAGO DE COMP.	42,8667	-8,5500	0,5833	43,0000	-22,0000	-0,5000	0,1333	-1,0833
3	COIMBRA	40,2000	-8,4167	0,7167	40,2500	-21,2500	0,2500	0,0500	-0,4667
4	SALAMANCA	40,9667	-5,6667	3,4667	41,2000	-18,0000	3,5000	0,2333	0,0333
5	GIBRALTAR	36,1500	-5,3500	3,7833	35,8333	-17,5000	4,0000	-0,3167	0,2167
6	CORDOBA	37,8833	-4,7667	4,3667	38,1667	-16,7500	4,7500	0,2833	0,3833
7	BREST	48,3833	-4,5000	4,6333	48,5000	-15,7500	5,7500	0,1167	1,1167
8	TOLEDO	39,8667	-4,0333	5,1000	39,9000	-16,0000	5,5000	0,0333	0,4000
9	MADRID	40,4167	-3,7167	5,4167	40,7500	-15,2500	6,2500	0,3333	0,8333
10	NANTES	47,2333	-1,5833	7,5500	47,0333	-14,0000	7,5000	-0,2000	-0,0500
11	BAYONNE	43,5000	-1,4667	7,6667	43,8333	-13,7500	7,7500	0,3333	0,0833
12	LONDON	51,5000	-0,1667	8,9667	51,5333	-12,0000	9,5000	0,0333	0,5333
13	TARRAGONA	41,1167	1,2500	10,3833	40,5333	-10,0000	11,5000	-0,5833	1,1167
14	TOULOUSE	43,5500	1,4000	10,5333	43,5833	-10,5000	11,0000	0,0333	0,4667
15	BARCELONA	41,4167	2,1667	11,3000	40,7500	-9,5000	12,0000	-0,6667	0,7000
16	PARIS	48,8667	2,3333	11,4667	48,6500	-10,0000	11,5000	-0,2167	0,0333
17	DÜNKIRCHEN	51,0333	2,3833	11,5167	51,0000	-9,5000	12,0000	-0,0333	0,4833
18	AMSTERDAM	52,3500	4,9000	14,0333	52,4167	-7,2500	14,2500	0,0667	0,2167
19	MARSEILLE	43,3000	5,3667	14,5000	43,0000	-7,0000	14,5000	-0,3000	0,0000
20	BASEL	47,5500	7,6000	16,7333	47,9000	-4,5000	17,0000	0,3500	0,2667
21	STRASSBURG	48,5833	7,7500	16,8833	48,4500	-4,2500	17,2500	-0,1333	0,3667
22	ZÜRICH	47,3833	8,5500	17,6833	47,3667	-3,5000	18,0000	-0,0167	0,3167
23	NÜRNBERG	49,4500	11,0833	20,2167	49,4333	-1,0000	20,5000	-0,0167	0,2833
24	ROM	41,8833	12,5000	21,6333	42,0333	0,0000	21,5000	0,1500	-0,1333
25	KOPENHAGEN	55,7167	12,5667	21,7000	55,7167	-0,2500	21,2500	0,0000	-0,4500
26	URANIENBURG	55,9167	12,7000	21,8333	55,9167	0,0000	21,5000	0,0000	-0,3333
27	SALZBURG	47,9000	13,0500	22,1833	47,7000	1,2500	22,7500	-0,2000	0,5667
28	KLAGENFURT	46,6167	14,3000	23,4333	46,4333	2,0000	23,5000	-0,1833	0,0667
29	PRAG	50,0833	14,4167	23,5500	50,1000	1,5000	23,0000	0,0167	-0,5500
30	GRAZ	47,0833	15,3667	24,5000	47,0333	3,5000	25,0000	-0,0500	0,5000
31	WIEN	48,2167	16,3667	25,5000	48,3667	4,0000	25,5000	0,1500	0,0000
32	DANZIG	54,3667	18,6833	27,8167	54,3833	7,0000	28,5000	0,0167	0,6833
33	BUDAPEST	47,5000	19,0500	28,1833	47,1333	7,0000	28,5000	-0,3667	0,3167
34	BELGRAD	44,8333	20,5000	29,6333	45,2667	9,0000	30,5000	0,4333	0,8667
35	KORINTH	37,9333	22,9167	32,0500	37,5000	14,2500	35,7500	-0,4333	3,7000
36	SALONIKI	40,6333	22,9667	32,1000	41,5333	13,7500	35,2500	0,9000	3,1500
37	ATHEN	38,0000	23,7333	32,8667	37,7000	15,5000	37,0000	-0,3000	4,1333
38	EDIRNE	41,6667	26,5667	35,7000	43,3333	18,5000	40,0000	1,6667	4,3000
39	ISTANBUL	41,0333	28,9500	38,0833	43,0000	22,0000	43,5000	1,9667	5,4167
40	ALEXANDRIA	31,2167	29,9167	39,0500	30,9667	27,0000	48,5000	-0,2500	9,4500
41	FAMAGUSTA	35,1167	33,9500	43,0833	35,5000	31,7500	53,2500	0,3833	10,1667
42	JERUSALEM	31,7833	35,2167	44,3500	32,1667	34,0000	55,5000	0,3833	11,1500
43	ANTIOCHIA	36,2000	36,1667	45,3000	37,3333	34,5000	56,0000	1,1333	10,7000

Tab. 4-6-1: Längen- und Breitenfehler des ‹Catalogus Locorum› in den 'Tabulæ Rudolphinæ' von *Johannes Kepler*, 1627. Ausgangsmeridian: *Uranienburg*, 12°42' östlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Uranienburg*.

4-6-2 *Bernhard Varenius*, Tabellen 1664, 1693 und 1715

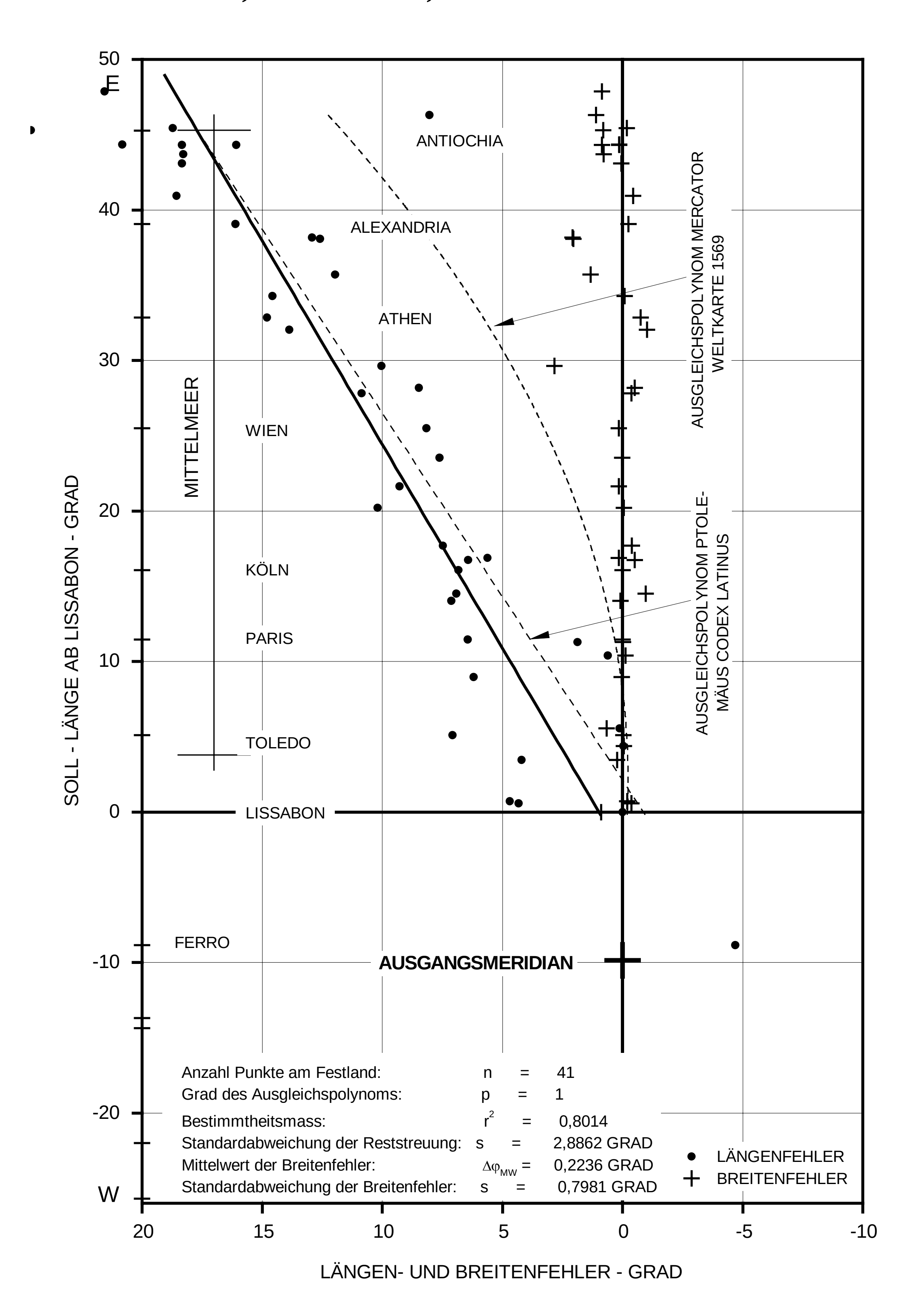


Abb. 4-6-2-a: Längen- und Breitenfehler der ‹Tabula Longitudinis et Latitudinis Locorum› in der 'Geographia Generalis' von *Bernhard Varenius*, 1664 (1693 und 1715), Erstausgabe 1650. Ausgangsmeridian: 'Ptolemaeus eligit vicinum Fortunatis insulis', 19° westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

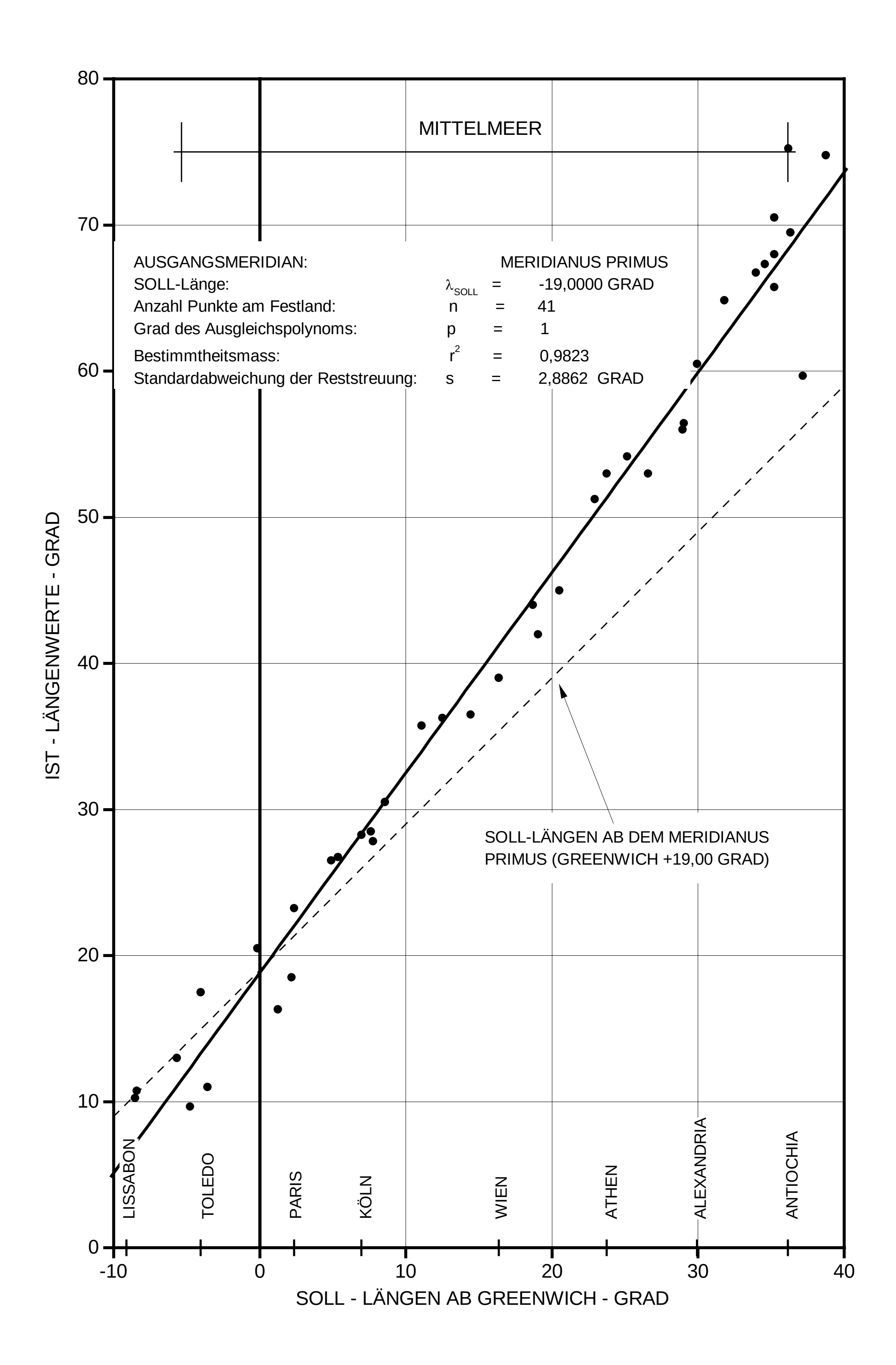


Abb. 4-6-2-b: Längenwerte der ‹Tabula Longitudinis et Latitudinis Locorum› in der 'Geographia Generalis' von *Bernhard Varenius*, 1664 (1693 und 1715), Erstausgabe 1650 für den Gesamtbereich der Untersuchung. Ausgangsmeridian: 'Ptolemaeus eligit vicinum Fortunatis insulis', 19° westlich von *Greenwich*.

NR	ORTSNAME	φ_{SOLL}	$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	φ_{IST}	$\lambda_{PTOL/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\varphi$	$\Delta\lambda$
		SOLL	SOLL	SOLL	TABELLE	TABELLE	TABELLE	TABELLE	TABELLE
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
1	INSULAE FORTUNATAE		-19,0000	-9,8667		0,0000	-5,3333		-4,5333
2	LISSABON	38,7333	-9,1333	0,0000	39,6333	5,3333	0,0000	0,9000	0,0000
3	SANTIAGO DE C.	42,8667	-8,5500	0,5833	42,5000	10,2500	4,9167	-0,3667	4,3333
4	COIMBRA	40,2000	-8,4167	0,7167	40,0000	10,7500	5,4167	-0,2000	4,7000
5	SALAMANCA	40,9667	-5,6667	3,4667	41,2000	13,0000	7,6667	0,2333	4,2000
6	CORDOBA	37,8833	-4,7667	4,3667	37,8333	9,6667	4,3333	-0,0500	-0,0333
7	TOLEDO	39,8667	-4,0333	5,1000	39,8333	17,5000	12,1667	-0,0333	7,0667
8	GRANADA	37,1667	-3,5833	5,5500	37,8333	11,0000	5,6667	0,6667	0,1167
9	LONDON	51,5000	-0,1667	8,9667	51,5333	20,5000	15,1667	0,0333	6,2000
10	TARRAGONA	41,1167	1,2500	10,3833	41,0000	16,3333	11,0000	-0,1167	0,6167
11	BARCELONA	41,4167	2,1667	11,3000	41,4000	18,5000	13,1667	-0,0167	1,8667
12	PARIS, Lutetia	48,8667	2,3333	11,4667	48,8667	23,2500	17,9167	0,0000	6,4500
13	AMSTERDAM	52,3500	4,9000	14,0333	52,4333	26,5000	21,1667	0,0833	7,1333
14	MARSEILLE	43,3000	5,3667	14,5000	42,3333	26,7500	21,4167	-0,9667	6,9167
15	KÖLN	50,9333	6,9500	16,0833	50,9333	28,2500	22,9167	0,0000	6,8333
16	BASEL	47,5500	7,6000	16,7333	47,0500	28,5000	23,1667	-0,5000	6,4333
17	STRASSBURG	48,5833	7,7500	16,8833	48,7333	27,8333	22,5000	0,1500	5,6167
18	ZÜRICH	47,3833	8,5500	17,6833	47,0000	30,5000	25,1667	-0,3833	7,4833
19	NÜRNBERG	49,4500	11,0833	20,2167	49,4000	35,7500	30,4167	-0,0500	10,2000
20	ROM	41,8833	12,5000	21,6333	42,0333	36,2500	30,9167	0,1500	9,2833
21	PRAG	50,0833	14,4167	23,5500	50,1000	36,5000	31,1667	0,0167	7,6167
22	WIEN	48,2167	16,3667	25,5000	48,3667	39,0000	33,6667	0,1500	8,1667
23	DANZIG	54,3667	18,6833	27,8167	54,0000	44,0000	38,6667	-0,3667	10,8500
24	BUDAPEST	47,5000	19,0500	28,1833	47,0000	42,0000	36,6667	-0,5000	8,4833
25	BELGRAD	44,8333	20,5000	29,6333	47,6667	45,0000	39,6667	2,8333	10,0333
26	KORINTH	37,9333	22,9167	32,0500	36,9167	51,2500	45,9167	-1,0167	13,8667
27	ATHEN	38,0000	23,7333	32,8667	37,2500	53,0000	47,6667	-0,7500	14,8000
28	CANDIA	35,3333	25,1333	34,2667	35,2500	54,1667	48,8333	-0,0833	14,5667
29	EDIRNE	41,6667	26,5667	35,7000	43,0000	53,0000	47,6667	1,3333	11,9667
30	ISTANBUL	41,0333	28,9500	38,0833	43,0833	56,0000	50,6667	2,0500	12,5833
31	CHALCEDON	41,0333	29,0333	38,1667	43,1167	56,4333	51,1000	2,0833	12,9333
32	ALEXANDRIA	31,2167	29,9167	39,0500	30,9667	60,5000	55,1667	-0,2500	16,1167
33	DAMIETTA	31,4333	31,8000	40,9333	31,0000	64,8333	59,5000	-0,4333	18,5667
34	FAMAGUSTA	35,1167	33,9500	43,0833	35,1667	66,7500	61,4167	0,0500	18,3333
35	ASCALON	31,6667	34,5833	43,7167	32,4500	67,3333	62,0000	0,7833	18,2833
36	BETHLEHEM	31,7000	35,2000	44,3333	31,8333	65,7500	60,4167	0,1333	16,0833
37	TYRUS, Tyre	33,2667	35,2000	44,3333	34,1333	68,0000	62,6667	0,8667	18,3333
38	JERUSALEM	31,7833	35,2167	44,3500	31,9167	70,5000	65,1667	0,1333	20,8167
39	ANTIOCHIA	36,2000	36,1667	45,3000	37,0000	75,2500	69,9167	0,8000	24,6167
40	DAMASKUS	33,5000	36,3167	45,4500	33,3333	69,5000	64,1667	-0,1667	18,7167
41	ALEPPO	36,2333	37,1667	46,3000	37,3333	59,6667	54,3333	1,1000	8,0333
42	EDESSA	37,1333	38,7500	47,8833	38,0000	74,7833	69,4500	0,8667	21,5667

Tab. 4-6-2: Längen- und Breitenfehler der ‹Tabula Longitudinis et Latitudinis Locorum› in der 'Geographia Generalis' von *Bernhard Varenius*, 1664 (1693 und 1715), Erstausgabe 1650. Ausgangsmeridian: 'Ptolemaeus eligit vicinum Fortunatis insulis', 19° westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

4-6-3 *P. Johann Baptist Riccioli S.J.*, Tabelle, 1689

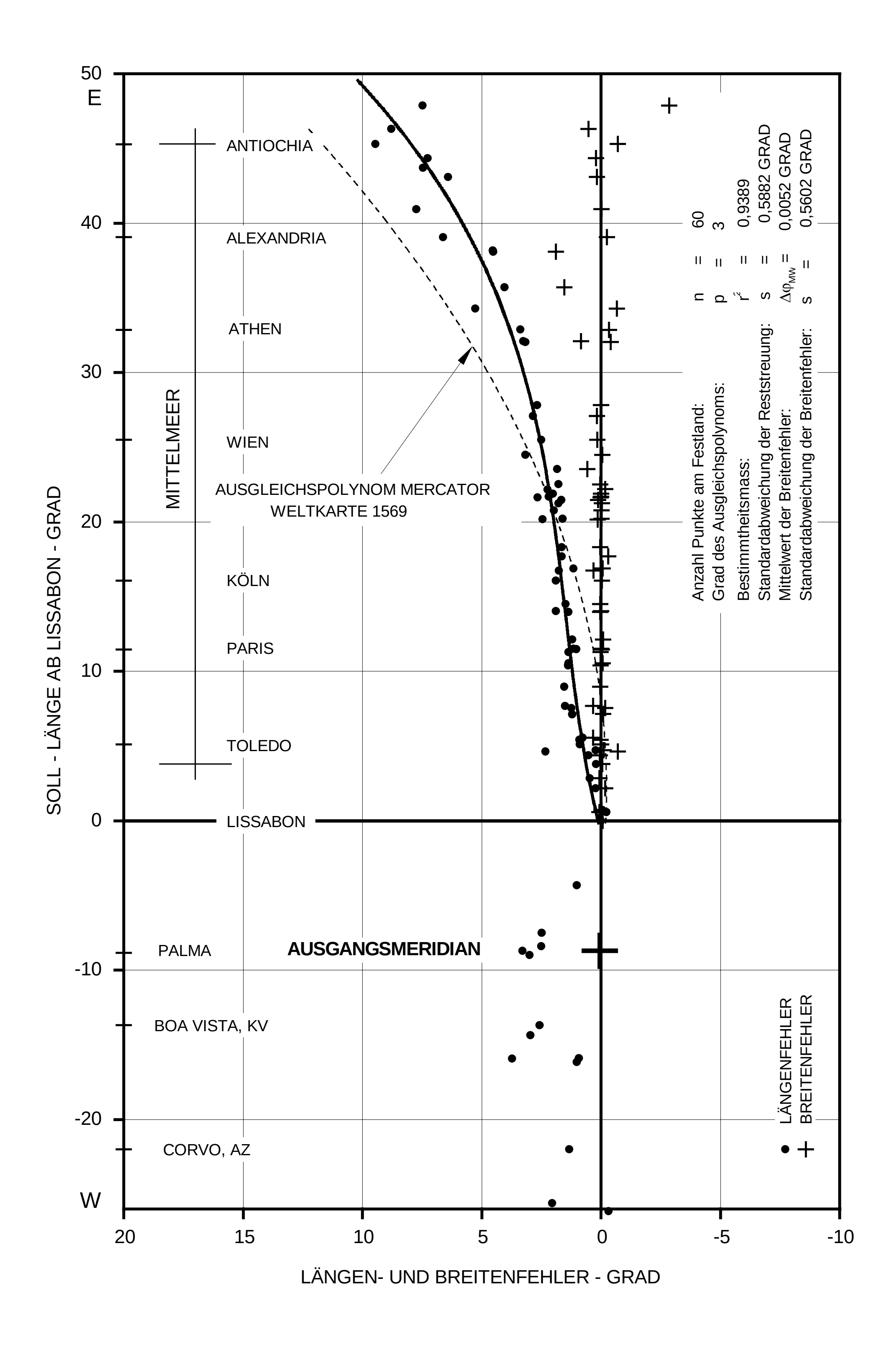


Abb. 4-6-3-a: Längen- und Breitenfehler der ‹Tabvla | Latididudinum | et | Longitudinum | nova› von *P. Johann Baptist Riccioli S.J.*, 1689. Ausgangsmeridian: *Palma*, 17°50' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

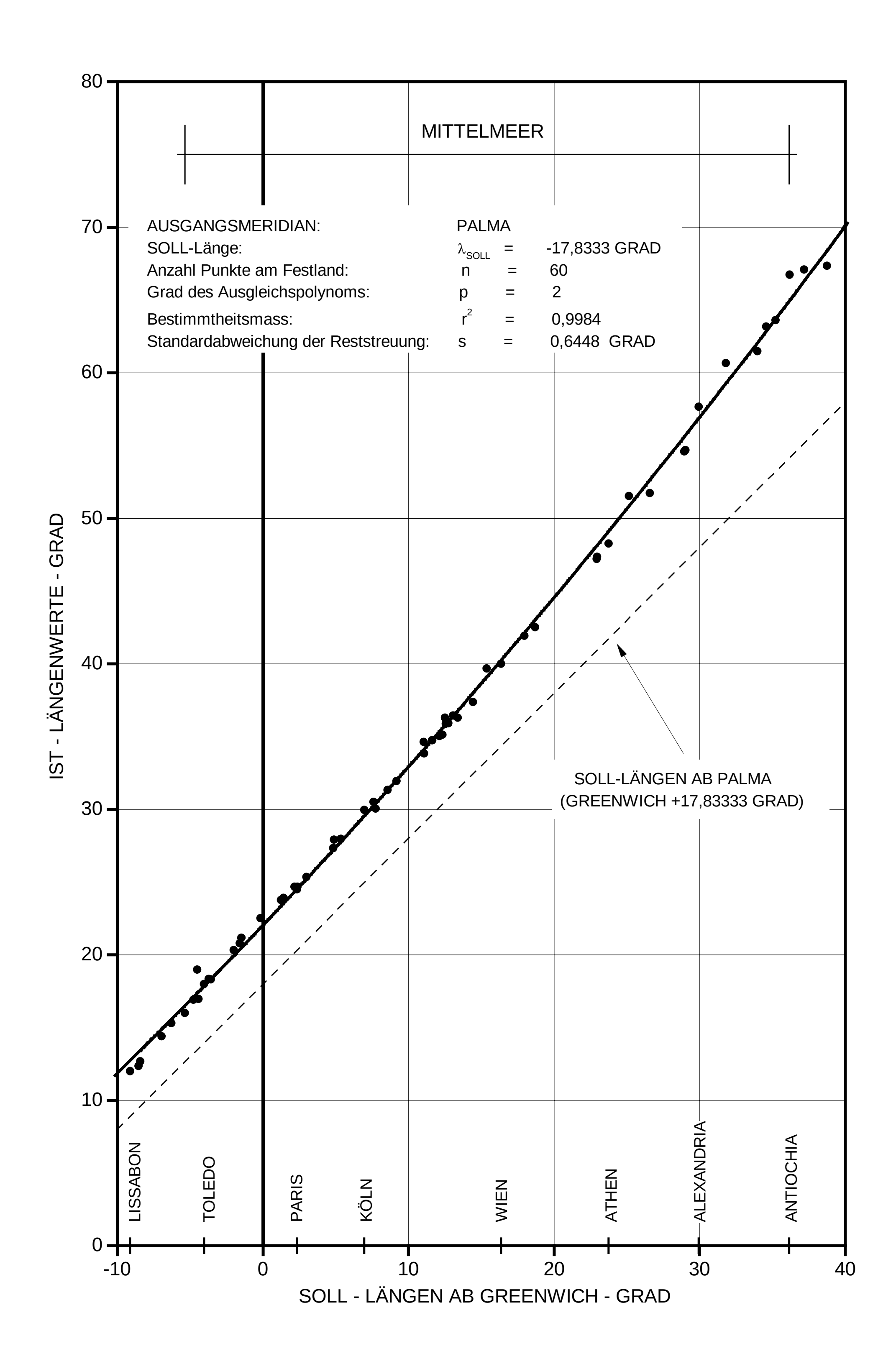


Abb. 4-6-3-b: Längenwerte der ‹Tabvla | Latidudinum | et | Longitudinum | nova› von *P. Johann Baptist Riccioli S.J.*, 1689 für den Gesamtbereich der Untersuchung. Ausgangsmeridian: *Palma* 17°50' westlich von *Greenwich*.

NR	ORTSNAME	φ_{SOLL} SOLL GRAD	$\lambda_{GR/SOLL}$ SOLL GRAD	$\lambda_{LIS/SOLL}$ SOLL GRAD	φ_{IST} TABELLE GRAD	$\lambda_{PALMA/IST}$ TABELLE GRAD	$\lambda_{LIS/IST}$ TABELLE GRAD	$\Delta\varphi$ TABELLE GRAD	$\Delta\lambda$ TABELLE GRAD
1	KAP SAO ROQUE	-5,4667	-35,2833	-26,1500	-4,7333	-13,8333	-25,8333	-0,7333	-0,3167
2	KAP BRANCO *	-7,1333	-34,7500	-25,6167	-2,5000	-15,6667	-27,6667	-4,6333	2,0500
3	CORVO AZ *	39,5833	-31,1333	-22,0000	40,1333	-11,3333	-23,3333	0,5500	1,3333
4	SAN ANTONIO KV *	15,9667	-25,0667	-15,9333	17,4000	-7,6667	-19,6667	1,4333	3,7333
5	S. MIGUEL AZ, E *	37,9667	-25,2852	-16,1519	37,9000	-5,1667	-17,1667	-0,0667	1,0148
6	SANTA MARIA AZ *	36,9667	-25,0333	-15,9000	37,2500	-4,8333	-16,8333	0,2833	0,9333
7	SANTIAGO KV	14,8833	-23,5000	-14,3667	14,6667	-5,3333	-17,3333	-0,2167	2,9667
8	BOA VISTA KV *	17,2167	-22,8333	-13,7000	15,6667	-4,2667	-16,2667	-1,5500	2,5667
9	FERRO KA	27,7000	-18,1333	-9,0000	27,6333	0,0000	-12,0000	-0,0667	3,0000
10	PALMA KA	28,7833	-17,8333	-8,7000	28,8333	0,0000	-12,0000	0,0500	3,3000
11	KAP VERDE	14,7167	-17,5500	-8,4167	14,3333	1,0833	-10,9167	-0,3833	2,5000
12	TENERIFFA KA	28,2833	-16,6500	-7,5167	28,7000	2,0000	-10,0000	0,4167	2,4833
13	LANZAROTE KA	29,1333	-13,4500	-4,3167	28,5000	6,6667	-5,3333	-0,6333	1,0167
14	LISSABON	38,7333	-9,1333	0,0000	38,6667	12,0000	0,0000	-0,0667	0,0000
15	SANTIAGO DE COMP.	42,8667	-8,5500	0,5833	42,9333	12,3500	0,3500	0,0667	-0,2333
16	COIMBRA	40,2000	-8,4167	0,7167	40,1833	12,6667	0,6667	-0,0167	-0,0500
17	BADAJOZ	38,8833	-6,9667	2,1667	38,7167	14,4000	2,4000	-0,1667	0,2333
18	CADIZ	36,5333	-6,3000	2,8333	36,6000	15,3000	3,3000	0,0667	0,4667
19	GIBRALTAR	36,1500	-5,3500	3,7833	36,1000	16,0000	4,0000	-0,0500	0,2167
20	CORDOBA	37,8833	-4,7667	4,3667	37,9333	16,9000	4,9000	0,0500	0,5333
21	BREST	48,3833	-4,5000	4,6333	47,6833	18,9667	6,9667	-0,7000	2,3333
22	MALAGA	36,7167	-4,4167	4,7167	36,6167	16,9500	4,9500	-0,1000	0,2333
23	TOLEDO	39,8667	-4,0333	5,1000	39,8667	18,0000	6,0000	0,0000	0,9000
24	MADRID	40,4167	-3,7167	5,4167	40,4333	18,3333	6,3333	0,0167	0,9167
25	GRANADA	37,1667	-3,5833	5,5500	37,5000	18,3167	6,3167	0,3333	0,7667
26	ST. MALO	48,6500	-2,0000	7,1333	48,5667	20,3333	8,3333	-0,0833	1,2000
27	NANTES	47,2333	-1,5833	7,5500	47,0500	20,8000	8,8000	-0,1833	1,2500
28	BAYONNE	43,5000	-1,4667	7,6667	43,8333	21,1667	9,1667	0,3333	1,5000
29	LONDON	51,5000	-0,1667	8,9667	51,5333	22,5000	10,5000	0,0333	1,5333
30	TARRAGONA	41,1167	1,2500	10,3833	41,1333	23,7667	11,7667	0,0167	1,3833
31	TOULOUSE	43,5500	1,4000	10,5333	43,4833	23,9000	11,9000	-0,0667	1,3667
32	BARCELONA	41,4167	2,1667	11,3000	41,4333	24,6667	12,6667	0,0167	1,3667
33	PARIS	48,8667	2,3333	11,4667	48,8333	24,5000	12,5000	-0,0333	1,0333
34	DÜNKIRCHEN	51,0333	2,3833	11,5167	51,0333	24,6667	12,6667	0,0000	1,1500
35	NARBONNE	43,1833	3,0000	12,1333	43,1000	25,3333	13,3333	-0,0833	1,2000
36	LYON	45,7667	4,8333	13,9667	45,8000	27,3333	15,3333	0,0333	1,3667
37	AMSTERDAM	52,3500	4,9000	14,0333	52,3500	27,9167	15,9167	0,0000	1,8833
38	MARSEILLE	43,3000	5,3667	14,5000	43,3333	27,9833	15,9833	0,0333	1,4833
39	KÖLN *	50,9333	6,9500	16,0833	50,9000	29,9667	17,9667	-0,0333	1,8833
40	BASEL	47,5500	7,6000	16,7333	47,8667	30,5000	18,5000	0,3167	1,7667
41	STRASSBURG	48,5833	7,7500	16,8833	48,5167	30,0333	18,0333	-0,0667	1,1500
42	ZÜRICH	47,3833	8,5500	17,6833	47,0833	31,3333	19,3333	-0,3000	1,6500
43	KONSTANZ	47,6667	9,1667	18,3000	47,7000	31,9500	19,9500	0,0333	1,6500
44	ERFURT	50,9667	11,0333	20,1667	51,1000	34,6167	22,6167	0,1333	2,4500
45	NÜRNBERG	49,4500	11,0833	20,2167	49,4333	33,8333	21,8333	-0,0167	1,6167
46	FERRARA	44,8333	11,6333	20,7667	44,8167	34,7500	22,7500	-0,0167	1,9833
47	REGENSBURG	49,0167	12,1167	21,2500	48,9833	35,0333	23,0333	-0,0333	1,7833

/Seite 2

		φ_{SOLL}	$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	φ_{IST}	$\lambda_{PALMA/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\ \varphi$	$\Delta\ \lambda$
NR	ORTSNAME	SOLL	SOLL	SOLL	TABELLE	TABELLE	TABELLE	TABELLE	TABELLE
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
48	VENEDIG	45,4333	12,3333	21,4667	45,5500	35,1333	23,1333	0,1167	1,6667
49	ROM	41,8833	12,5000	21,6333	41,9000	36,3000	24,3000	0,0167	2,6667
50	KOPENHAGEN	55,7167	12,5667	21,7000	55,7167	35,8833	23,8833	0,0000	2,1833
51	URANIENBURG	55,9167	12,7500	21,8833	55,9167	35,9000	23,9000	0,0000	2,0167
52	SALZBURG	47,9000	13,0500	22,1833	47,7333	36,4333	24,4333	-0,1667	2,2500
53	PALERMO	38,1333	13,3833	22,5167	38,1667	36,3000	24,3000	0,0333	1,7833
54	PRAG	50,0833	14,4167	23,5500	50,6667	37,3833	25,3833	0,5833	1,8333
55	GRAZ *	47,0833	15,3667	24,5000	47,0333	39,6667	27,6667	-0,0500	3,1667
56	WIEN *	48,2167	16,3667	25,5000	48,3667	40,0000	28,0000	0,1500	2,5000
57	BRINDISI	40,6167	17,9500	27,0833	40,7833	41,9333	29,9333	0,1667	2,8500
58	DANZIG	54,3667	18,6833	27,8167	54,3667	42,5000	30,5000	0,0000	2,6833
59	KORINTH	37,9333	22,9167	32,0500	37,5333	47,2167	35,2167	-0,4000	3,1667
60	SALONIKI	40,6333	22,9667	32,1000	41,4667	47,3500	35,3500	0,8333	3,2500
61	ATHEN	38,0000	23,7333	32,8667	37,6667	48,2500	36,2500	-0,3333	3,3833
62	CANDIA	35,3333	25,1333	34,2667	34,6667	51,5333	39,5333	-0,6667	5,2667
63	EDIRNE	41,6667	26,5667	35,7000	43,2000	51,7500	39,7500	1,5333	4,0500
64	ISTANBUL	41,0333	28,9500	38,0833	42,9333	54,6000	42,6000	1,9000	4,5167
65	CHALCEDON	41,0333	29,0333	38,1667		54,7000	42,7000		4,5333
66	ALEXANDRIA	31,2167	29,9167	39,0500	30,9667	57,6667	45,6667	-0,2500	6,6167
67	DAMIETTA	31,4333	31,8000	40,9333	31,4167	60,6667	48,6667	-0,0167	7,7333
68	FAMAGUSTA	35,1167	33,9500	43,0833	35,3000	61,5000	49,5000	0,1833	6,4167
69	ASCALON	31,6667	34,5833	43,7167		63,1833	51,1833		7,4667
70	JERUSALEM	31,7833	35,2167	44,3500	32,0000	63,6167	51,6167	0,2167	7,2667
71	ANTIOCHIA	36,2000	36,1667	45,3000	35,5000	66,7500	54,7500	-0,7000	9,4500
72	ALEPPO	36,2333	37,1667	46,3000	36,7667	67,0833	55,0833	0,5333	8,7833
73	EDESSA	37,1333	38,7500	47,8833	34,2833	67,3667	55,3667	-2,8500	7,4833

Die mit * bezeichneten Ortspositionen wurden überprüft, Belgrad wegen offensichtlichen Fehlers $\lambda = 54°$ (ca. +12°) ausgeschieden, ebenso verschiedene weitere Breitenwerte

Tab. 4-6-3: Längen- und Breitenfehler der ‹Tabvla | Latidudinum | et | Longitudinum | nova› von *P. Johann Baptist Riccioli S.J.,* 1689. Ausgangsmeridian: *Palma*, 17°50' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

4-6-4 P. Heinrich Scherer S..J., Tabelle, 1703

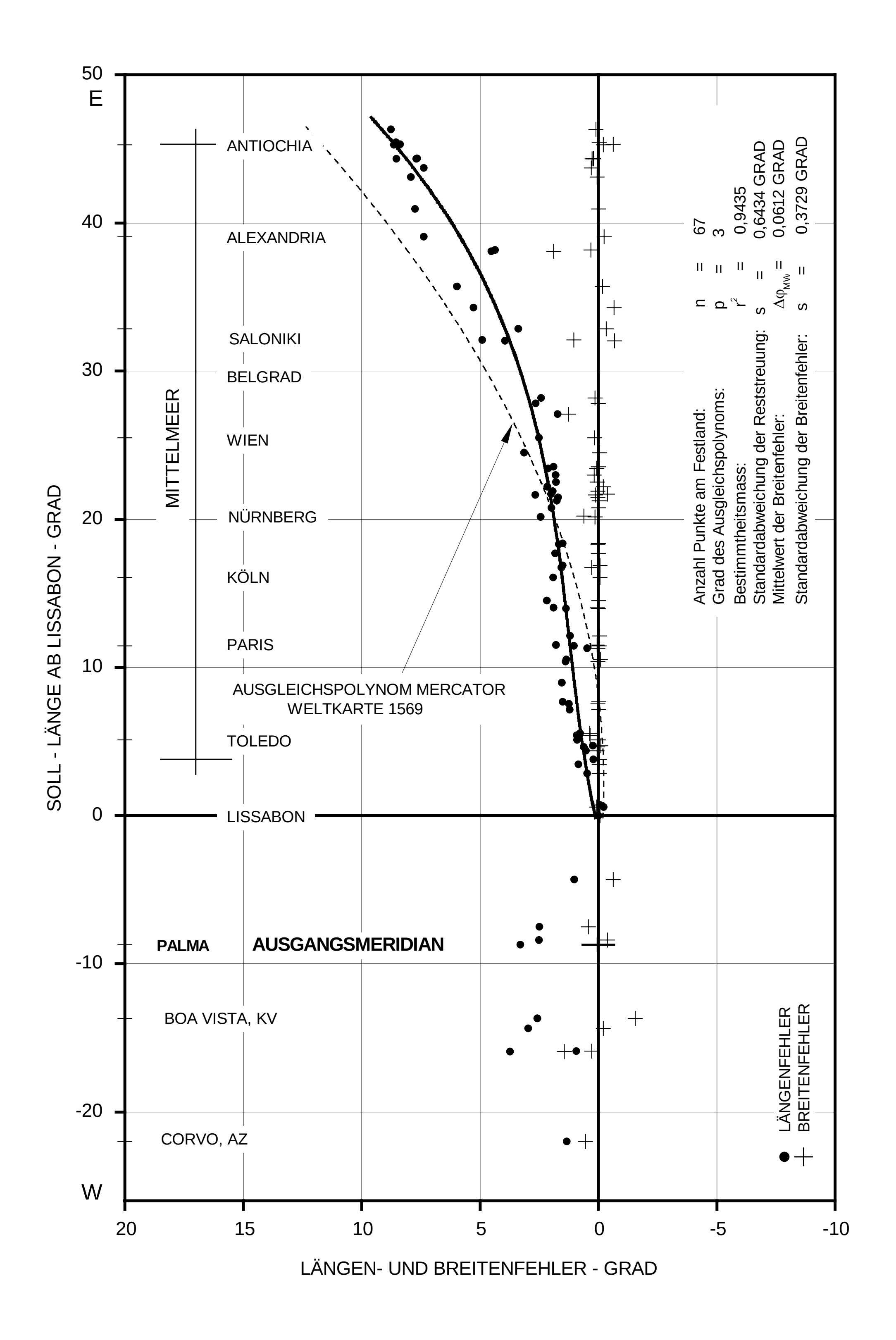


Abb. 4-6-4-a: Längen- und Breitenfehler der ‹Tabellæ Geographicæ, Pars VI› von *P. Heinrich Scherer S.J.*, 1703. Ausgangsmeridian: *Palma*, 17°50' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

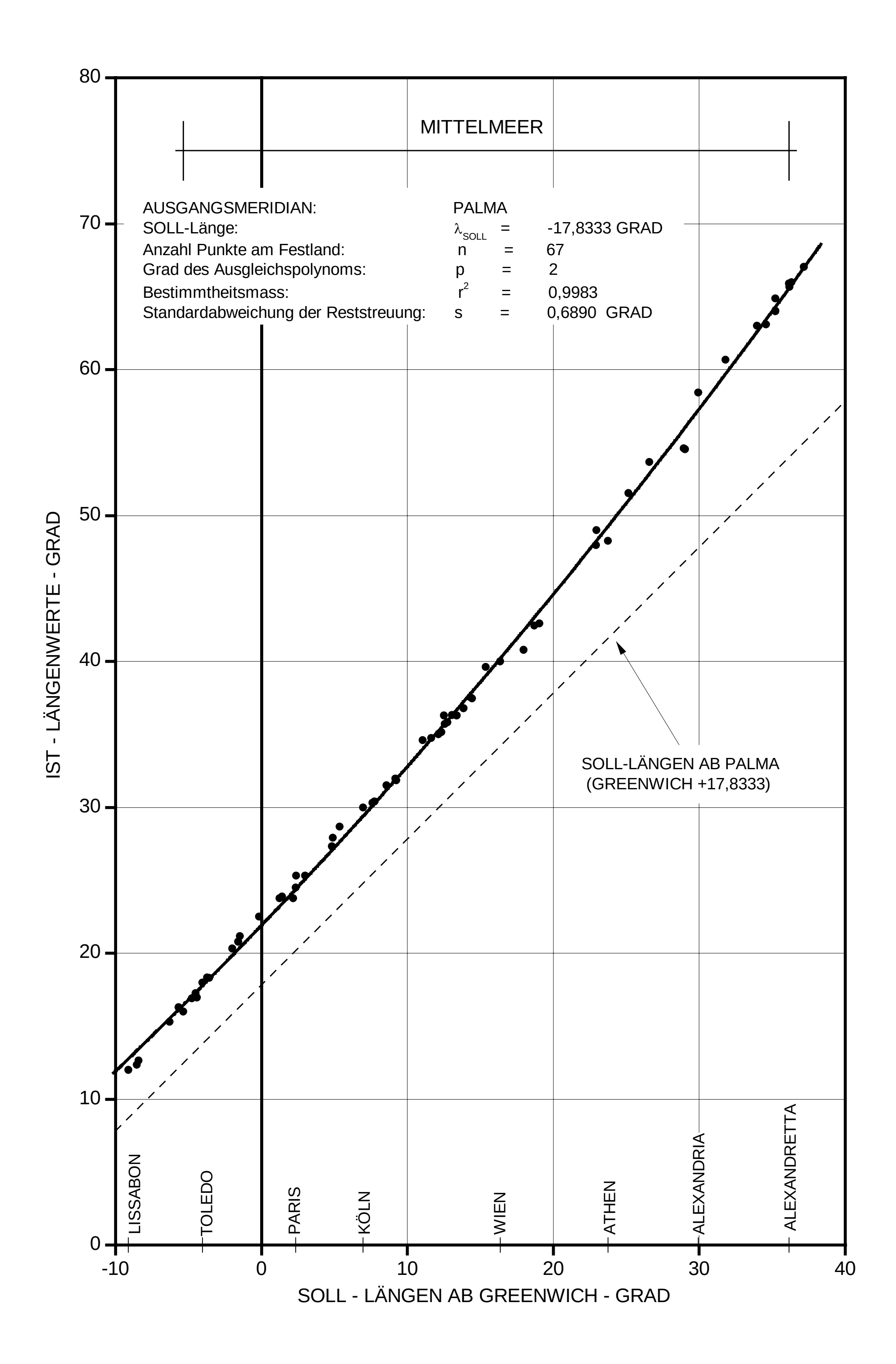


Abb. 4-6-4-b: Längenwerte der ‹Tabellæ Geographicæ, Pars VI› von *P. Heinrich Scherer S.J.*, 1703, für den Gesamtbereich der Untersuchung. Ausgangsmeridian: *Palma* 17°50' westlich von *Greenwich*.

		φ_{SOLL}	$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	φ_{IST}	$\lambda_{PALMA/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\ \varphi$	$\Delta\ \lambda$
NR	ORTSNAME	SOLL	SOLL	SOLL	TABELLE	TABELLE	TABELLE	TABELLE	TABELLE
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
1	CORVO AZ	39,5833	-31,1333	-22,0000	40,1333	-11,3333	-23,3333	0,5500	1,3333
2	SAN ANTONIO KV	15,9667	-25,0667	-15,9333	17,4000	-7,6667	-19,6667	1,4333	3,7333
3	SANTA MARIA AZ	36,9667	-25,0333	-15,9000	37,2500	-4,8333	-16,8333	0,2833	0,9333
4	SANTIAGO KV	14,8833	-23,5000	-14,3667	14,6667	-5,3333	-17,3333	-0,2167	2,9667
5	BOA VISTA KV	17,2167	-22,8333	-13,7000	15,6667	-4,2667	-16,2667	-1,5500	2,5667
6	PALMA KA	28,7833	-17,8333	-8,7000	28,8333	0,0000	-12,0000	0,0500	3,3000
7	KAP VERDE	14,7167	-17,5500	-8,4167	14,3333	1,0833	-10,9167	-0,3833	2,5000
8	TENERIFFA KA	28,2833	-16,6500	-7,5167	28,7000	2,0000	-10,0000	0,4167	2,4833
9	LANZAROTE KA	29,1333	-13,4500	-4,3167	28,5000	6,6667	-5,3333	-0,6333	1,0167
10	LISSABON	38,7333	-9,1333	0,0000	38,6667	12,0000	0,0000	-0,0667	0,0000
11	SANTIAGO DE COMP.	42,8667	-8,5500	0,5833	42,9333	12,3500	0,3500	0,0667	-0,2333
12	COIMBRA	40,2000	-8,4167	0,7167	40,1833	12,6500	0,6500	-0,0167	-0,0667
13	CADIZ	36,5333	-6,3000	2,8333	36,5000	15,3000	3,3000	-0,0333	0,4667
14	SALAMANCA	40,9667	-5,6667	3,4667	40,9333	16,3000	4,3000	-0,0333	0,8333
15	GIBRALTAR	36,1500	-5,3500	3,7833	36,1000	16,0000	4,0000	-0,0500	0,2167
16	CORDOBA	37,8833	-4,7667	4,3667	37,9333	16,9000	4,9000	0,0500	0,5333
17	BREST	48,3833	-4,5000	4,6333	48,4000	17,2500	5,2500	0,0167	0,6167
18	MALAGA	36,7167	-4,4167	4,7167	36,6167	16,9500	4,9500	-0,1000	0,2333
19	TOLEDO	39,8667	-4,0333	5,1000	39,8667	18,0000	6,0000	0,0000	0,9000
20	MADRID	40,4167	-3,7167	5,4167	40,7667	18,3333	6,3333	0,3500	0,9167
21	GRANADA	37,1667	-3,5833	5,5500	37,5333	18,3167	6,3167	0,3667	0,7667
22	ST. MALO	48,6500	-2,0000	7,1333	48,6333	20,3333	8,3333	-0,0167	1,2000
23	NANTES	47,2333	-1,5833	7,5500	47,2500	20,8000	8,8000	0,0167	1,2500
24	BAYONNE	43,5000	-1,4667	7,6667	43,4833	21,1667	9,1667	-0,0167	1,5000
25	LONDON	51,5000	-0,1667	8,9667		22,5000	10,5000		1,5333
26	TARRAGONA	41,1167	1,2500	10,3833	41,1333	23,7667	11,7667	0,0167	1,3833
27	TOULOUSE	43,5500	1,4000	10,5333	43,4667	23,8833	11,8833	-0,0833	1,3500
28	BARCELONA	41,4167	2,1667	11,3000	41,4333	23,7667	11,7667	0,0167	0,4667
29	PARIS	48,8667	2,3333	11,4667	48,8333	24,5000	12,5000	-0,0333	1,0333
30	DÜNKIRCHEN	51,0333	2,3833	11,5167	51,0833	25,3000	13,3000	0,0500	1,7833
31	NARBONNE	43,1833	3,0000	12,1333	43,1333	25,3167	13,3167	-0,0500	1,1833
32	LYON	45,7667	4,8333	13,9667	45,7667	27,3333	15,3333	0,0000	1,3667
33	AMSTERDAM	52,3500	4,9000	14,0333	52,3833	27,9167	15,9167	0,0333	1,8833
34	MARSEILLE	43,3000	5,3667	14,5000	43,2833	28,6667	16,6667	-0,0167	2,1667
35	KÖLN	50,9333	6,9500	16,0833	50,8667	30,0000	18,0000	-0,0667	1,9167
36	BASEL	47,5500	7,6000	16,7333	47,8333	30,3000	18,3000	0,2833	1,5667
37	STRASSBURG	48,5833	7,7500	16,8833	48,5167	30,3833	18,3833	-0,0667	1,5000
38	ZÜRICH	47,3833	8,5500	17,6833	47,3833	31,5000	19,5000	0,0000	1,8167
39	KONSTANZ	47,6667	9,1667	18,3000	47,6833	31,9667	19,9667	0,0167	1,6667
40	HEILBRONN	49,1333	9,2333	18,3667	49,1333	31,8667	19,8667	0,0000	1,5000
41	ERFURT	50,9667	11,0333	20,1667	51,1000	34,6000	22,6000	0,1333	2,4333
42	NÜRNBERG	49,4500	11,0833	20,2167	50,0667	31,3167	19,3167	0,6167	-0,9000
43	FERRARA	44,8333	11,6333	20,7667	44,8167	34,7500	22,7500	-0,0167	1,9833
44	REGENSBURG	49,0167	12,1167	21,2500	48,9833	35,0000	23,0000	-0,0333	1,7500
45	VENEDIG	45,4333	12,3333	21,4667	45,4500	35,1667	23,1667	0,0167	1,7000
46	ROM	41,8833	12,5000	21,6333	42,0000	36,3000	24,3000	0,1167	2,6667
47	KOPENHAGEN	55,7167	12,5667	21,7000	55,3333	35,7000	23,7000	-0,3833	2,0000

/Seite 2

		φ_{SOLL}	$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	φ_{IST}	$\lambda_{PALMA/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\varphi$	$\Delta\lambda$
NR	ORTSNAME	SOLL	SOLL	SOLL	TABELLE	TABELLE	TABELLE	TABELLE	TABELLE
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
48	URANIENBURG	55,9167	12,7500	21,8833	55,9333	35,8167	23,8167	0,0167	1,9333
49	SALZBURG	47,9000	13,0500	22,1833	47,6833	36,3333	24,3333	-0,2167	2,1500
50	PALERMO	38,1333	13,3833	22,5167	38,1667	36,3000	24,3000	0,0333	1,7833
51	VILLACH	46,6167	13,8500	22,9833	46,7833	36,7833	24,7833	0,1667	1,8000
52	KLAGENFURT	46,6264	14,3083	23,4417	46,6833	37,5500	25,5500	0,0569	2,1083
53	PRAG	50,0833	14,4167	23,5500	50,0833	37,4500	25,4500	0,0000	1,9000
54	GRAZ	47,0833	15,3667	24,5000	47,0333	39,6333	27,6333	-0,0500	3,1333
55	WIEN	48,2167	16,3667	25,5000	48,3667	40,0000	28,0000	0,1500	2,5000
56	BRINDISI	40,6167	17,9500	27,0833	41,8833	40,8000	28,8000	1,2667	1,7167
57	DANZIG	54,3667	18,6833	27,8167	54,3667	42,4667	30,4667	0,0000	2,6500
58	BUDAPEST	47,5000	19,0500	28,1833	47,6333	42,6000	30,6000	0,1333	2,4167
59	KORINTH	37,9333	22,9167	32,0500	37,2500	47,9833	35,9833	-0,6833	3,9333
60	SALONIKI	40,6333	22,9667	32,1000	41,6667	49,0000	37,0000	1,0333	4,9000
61	ATHEN	38,0000	23,7333	32,8667	37,6667	48,2500	36,2500	-0,3333	3,3833
62	CANDIA	35,3333	25,1333	34,2667	34,6667	51,5333	39,5333	-0,6667	5,2667
63	EDIRNE	41,6667	26,5667	35,7000	41,5000	53,6667	41,6667	-0,1667	5,9667
64	ISTANBUL	41,0333	28,9500	38,0833	42,9333	54,6000	42,6000	1,9000	4,5167
65	CHALCEDON	41,0333	29,0333	38,1667	41,3500	54,5333	42,5333	0,3167	4,3667
66	ALEXANDRIA	31,2167	29,9167	39,0500	30,9667	58,4167	46,4167	-0,2500	7,3667
67	DAMIETTA	31,4333	31,8000	40,9333	31,4167	60,6667	48,6667	-0,0167	7,7333
68	FAMAGUSTA	35,1167	33,9500	43,0833	35,1667	63,0000	51,0000	0,0500	7,9167
69	ASCALON	31,6667	34,5833	43,7167	31,9667	63,0833	51,0833	0,3000	7,3667
70	BETHLEHEM	31,7000	35,2000	44,3333	31,9167	64,0167	52,0167	0,2167	7,6833
71	TYRUS	33,2667	35,2000	44,3333	33,5333	64,8667	52,8667	0,2667	8,5333
72	JERUSALEM	31,7833	35,2167	44,3500	32,0000	64,0000	52,0000	0,2167	7,6500
73	ALEXANDRETTA	36,6167	36,1333	45,2667	36,4000	65,9000	53,9000	-0,2167	8,6333
74	ANTIOCHIA	36,2000	36,1667	45,3000	35,5667	65,6667	53,6667	-0,6333	8,3667
75	DAMASKUS	33,5000	36,3167	45,4500	33,4667	66,0000	54,0000	-0,0333	8,5500
76	ALEPPO	36,2333	37,1667	46,3000	36,3333	67,0500	55,0500	0,1000	8,7500

Tab. 4-6-4: Längen- und Breitenfehler der ‹Tabellæ Geographicæ, Pars VI› von *P. Heinrich Scherer S.J.*, 1703. Ausgangsmeridian: *Palma*, 17°50' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

4-7 Die Französischen Kartographie des 18. Jahrhunderts

4-7-1 Académie Royale des Sciences, *Paris*, Tabellen 1683-1750

4-7-1-1 'La Connoissance des Temps', 1683

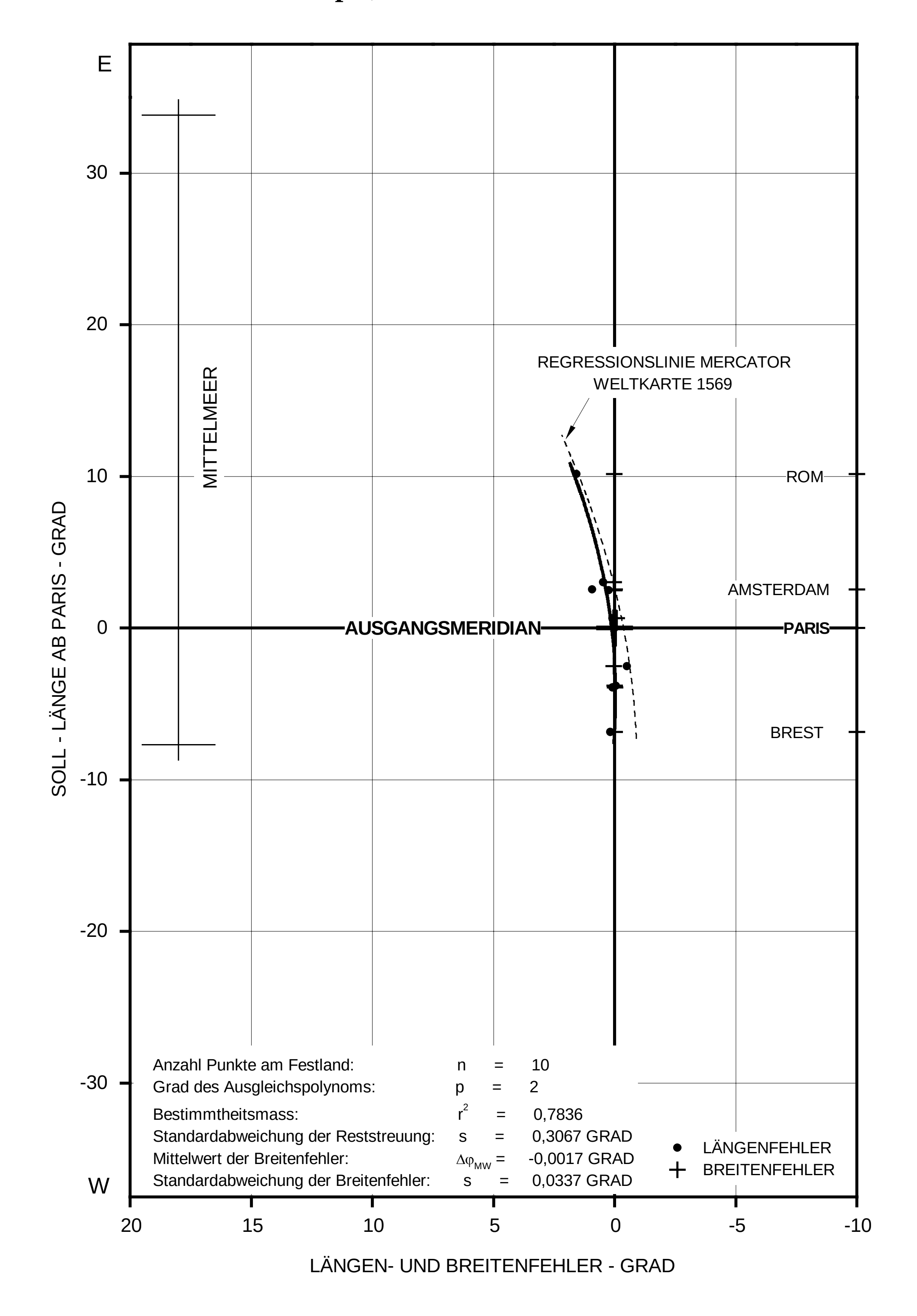


Abb. 4-7-1-1-a: Längen- und Breitenfehler der Tabelle 'La Connoissance des Temps' der Académie Royale des Sciences, 1683, Ausgangsmeridian: *Paris*, 2°20' östlich von *Greenwich*, Bezugsmeridian der Längenfehler: *Paris*.

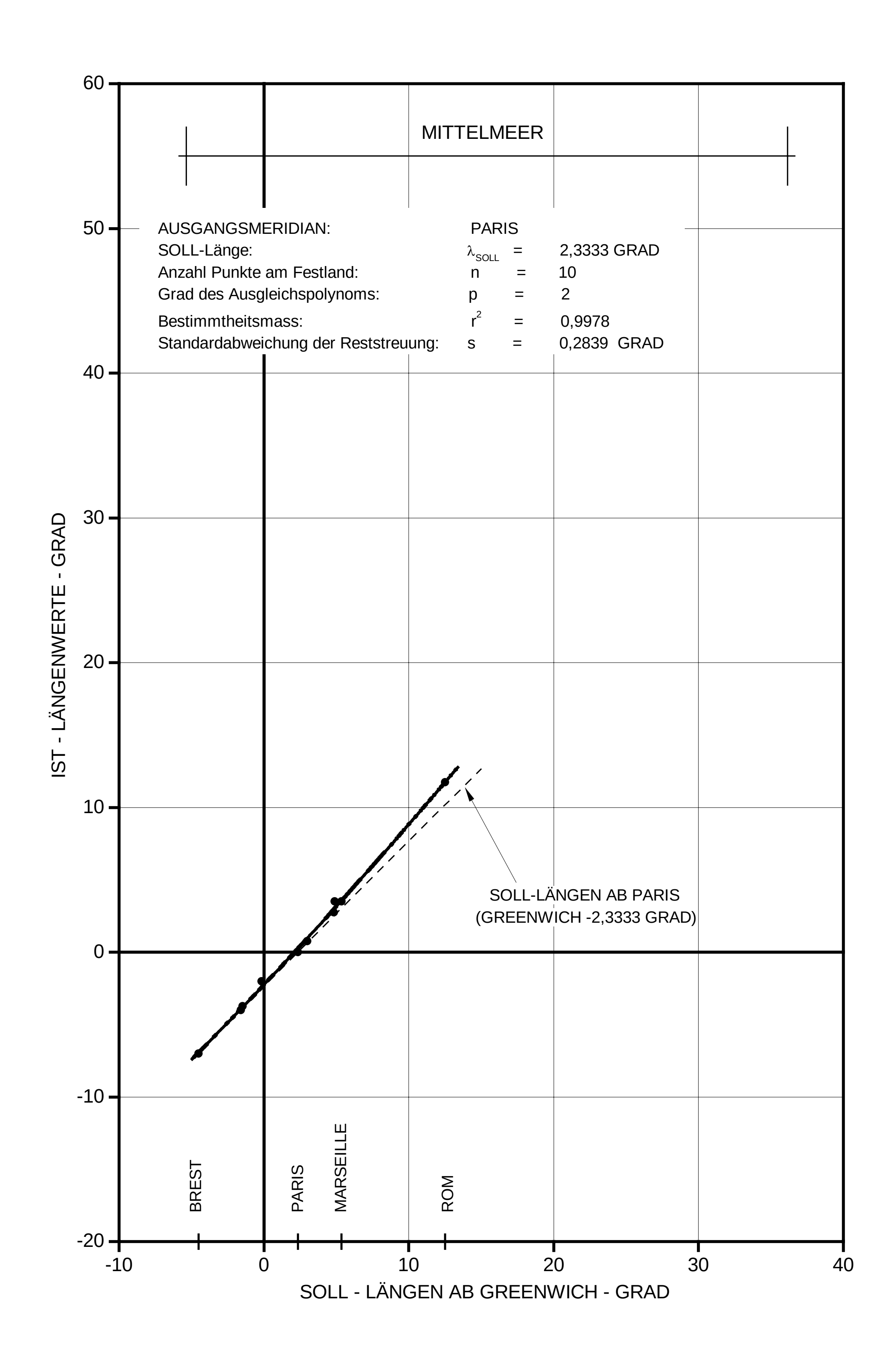


Abb. 4-7-1-1-b: Längenwerte der Tabelle 'La Connoissance des Temps' der Académie Royale des Sciences, 1683, für den Festlandsbereich der Tabelle. Ausgangsmeridian: *Paris*, 2°20' östlich von *Greenwich*

NR	ORTSNAME	φ_{SOLL}	$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{PARIS/SOLL}$	φ_{IST}		$\lambda_{PARIS/IST}$	$\Delta\varphi$	$\Delta\lambda_{PARIS}$
		SOLL	SOLL	SOLL	TABELLE	TABELLE	TABELLE	TABELLE	TABELLE
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
1	BREST	48,3833	-4,5000	-6,8333	48,3833		-7,0000	0,0000	0,1667
2	NANTES	47,2333	-1,5833	-3,9167	47,2167		-4,0000	-0,0167	0,0833
3	BAYONNE	43,5000	-1,4667	-3,8000	43,5000		-3,7500	0,0000	-0,0500
4	LONDON	51,5000	-0,1667	-2,5000	51,5333		-2,0000	0,0333	-0,5000
5	PARIS	48,8667	2,3333	0,0000	48,8500		0,0000	-0,0167	0,0000
6	NARBONNE	43,1833	3,0000	0,6667	43,1000		0,7500	-0,0833	0,0833
7	LYON	45,7667	4,8333	2,5000	45,7833		2,7500	0,0167	0,2500
8	AMSTERDAM	52,3500	4,9000	2,5667	52,3500		3,5000	0,0000	0,9333
9	MARSEILLE	43,3000	5,3667	3,0333	43,3333		3,5000	0,0333	0,4667
10	ROM	41,8833	12,5000	10,1667	41,9000		11,7500	0,0167	1,5833

Tab. 4-7-1-1: Längen- und Breitenfehler der Tabelle 'La Connoissance des Temps' der Académie Royale des Sciences, 1683. Ausgangsmeridian: *Paris*, 2°20' östlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Paris*.

4-7-1-2 'La Connoissance des Temps', 1689

NR	ORTSNAME	φ_{SOLL}	$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{PARIS/SOLL}$	φ_{IST}		$\lambda_{PARIS/IST}$	$\Delta\varphi$	$\Delta\lambda_{PARIS}$
		SOLL	SOLL	SOLL	TABELLE	TABELLE	TABELLE	TABELLE	TABELLE
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
1	BREST	48,3833	-4,5000	-6,8333	48,3833		-7,0000	0,0000	0,1667
2	MADRID	40,4167	-3,7167	-6,0500	40,3667		-6,0000	-0,0500	-0,0500
3	ST. MALO	48,6500	-2,0000	-4,3333	48,5833		-4,5000	-0,0667	0,1667
4	NANTES	47,2333	-1,5833	-3,9166	47,2167		-3,7500	-0,0167	-0,1666
5	BAYONNE	43,5000	-1,4667	-3,8000	43,5000		-3,7500	0,0000	-0,0500
6	LONDON / GREENW.	51,5000	0,0000	-2,3333	51,5333		-2,2500	0,0333	-0,0833
7	TOULOUSE	43,5500	1,4000	-0,9333	43,4833		-1,0000	-0,0667	0,0667
8	BARCELONA	41,4167	2,1667	-0,1666	41,2333		-0,5000	-0,1833	0,3334
9	PARIS	48,8667	2,3333	0,0000	48,8500		0,0000	-0,0167	0,0000
10	LYON	45,7667	4,8333	2,5000	45,7667		2,7500	0,0000	0,2500
11	AMSTERDAM	52,3500	4,9000	2,5667	52,3500		2,5000	0,0000	-0,0667
12	MARSEILLE	43,3000	5,3667	3,0334	43,3167		3,0000	0,0167	-0,0334
13	KÖLN	50,9333	6,9500	4,6167	50,8667		4,7500	-0,0667	0,1333
14	BASEL	47,5500	7,6000	5,2667	47,7000		5,7500	0,1500	0,4833
15	ROM	41,8833	12,5000	10,1667	41,9000		11,0000	0,0167	0,8333

Tab. 4-7-1-2: Längen- und Breitenfehler der Tabelle 'La Connoissance des Temps' der Académie Royale des Sciences, 1689. Ausgangsmeridian: *Paris*, 2°20' östlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Paris*.

4-7-1-3 'La Connoissance des Temps', 1693

		φ_{SOLL}	$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	φ_{IST}	$\lambda_{PARIS/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\varphi$	$\Delta\lambda$
NR	ORTSNAME	SOLL	SOLL	SOLL	TABELLE	TABELLE	TABELLE	TABELLE	TABELLE
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
1	LISSABON	38,7333	-9,1333	0,0000	38,6667	-13,0000	0,0000	-0,0667	0,0000
2	CADIZ	36,5333	-6,3000	2,8333	36,2667	-9,7500	3,2500	-0,2667	0,4167
3	DUBLIN	53,3333	-6,2500	2,8833	53,1833	-9,5000	3,5000	-0,1500	0,6167
4	BREST	48,3833	-4,5000	4,6333	48,3833	-7,0000	6,0000	0,0000	1,3667
5	TOLEDO	39,8667	-4,0333	5,1000	39,7667	-7,0000	6,0000	-0,1000	0,9000
6	MADRID	40,4167	-3,7167	5,4167	40,1667	-5,5000	7,5000	-0,2500	2,0833
7	ST. MALO	48,6500	-2,0000	7,1333	48,6333	-4,5000	8,5000	-0,0167	1,3667
8	NANTES	47,2333	-1,5833	7,5500	47,2167	-3,7500	9,2500	-0,0167	1,7000
9	BAYONNE	43,5000	-1,4667	7,6667	43,5000	-3,7500	9,2500	0,0000	1,5833
10	LONDON	51,5000	-0,1667	8,9667	51,5333	-2,2500	10,7500	0,0333	1,7833
11	TOULOUSE	43,5500	1,4000	10,5333	43,5000	-1,7500	11,2500	-0,0500	0,7167
12	BARCELONA	41,4167	2,1667	11,3000	41,4333	-1,0000	12,0000	0,0167	0,7000
13	PARIS	48,8667	2,3333	11,4667	48,8500	0,0000	13,0000	-0,0167	1,5333
14	DÜNKIRCHEN	51,0333	2,3833	11,5167	51,0333	0,0000	13,0000	0,0000	1,4833
15	NARBONNE	43,1833	3,0000	12,1333	43,2500	0,0000	13,0000	0,0667	0,8667
16	LYON	45,7667	4,8333	13,9667	45,7500	2,7500	15,7500	-0,0167	1,7833
17	AMSTERDAM	52,3500	4,9000	14,0333	52,3500	2,5000	15,5000	0,0000	1,4667
18	MARSEILLE	43,3000	5,3667	14,5000	43,3333	3,0000	16,0000	0,0333	1,5000
19	KÖLN	50,9333	6,9500	16,0833	50,8333	5,0000	18,0000	-0,1000	1,9167
20	BASEL	47,5500	7,6000	16,7333	47,6667	5,7500	18,7500	0,1167	2,0167
21	FRANKFURT	50,1000	8,6833	17,8167	50,0667	6,2500	19,2500	-0,0333	1,4333
22	AUGSBURG	48,3500	10,9000	20,0333	48,4000	8,7500	21,7500	0,0500	1,7167
23	NÜRNBERG	49,4500	11,0833	20,2167	49,4833	10,0000	23,0000	0,0333	2,7833
24	FLORENZ	43,7833	11,2500	20,3833	43,6833	9,5000	22,5000	-0,1000	2,1167
25	REGENSBURG	49,0167	12,1167	21,2500	48,9833	10,0000	23,0000	-0,0333	1,7500
26	VENEDIG	45,4333	12,3333	21,4667	45,5500	10,2500	23,2500	0,1167	1,7833
27	ROM	41,8833	12,5000	21,6333	41,8500	10,5000	23,5000	-0,0333	1,8667
28	KOPENHAGEN	55,7167	12,5667	21,7000	55,6833	10,5000	23,5000	-0,0333	1,8000
29	PRAG	50,0833	14,4167	23,5500	50,0667	12,2500	25,2500	-0,0167	1,7000
30	WIEN	48,2167	16,3667	25,5000	48,3667	15,0000	28,0000	0,1500	2,5000
31	DANZIG	54,3667	18,6833	27,8167	54,3667	16,7500	29,7500	0,0000	1,9333
32	BUDAPEST	47,5000	19,0500	28,1833	47,7667	18,0000	31,0000	0,2667	2,8167
33	KRAKAU	50,0500	19,9167	29,0500	50,1667	18,0000	31,0000	0,1167	1,9500
34	WARSCHAU	52,2500	21,0000	30,1333	52,2333	19,2500	32,2500	-0,0167	2,1167
35	ISTANBUL	41,0333	28,9500	38,0833	41,1000	29,5000	42,5000	0,0667	4,4167

Tab. 4-7-1-3: Längen- und Breitenfehler der Tabelle 'La Connoissance des Temps' der Académie Royale des Sciences, 1693. Ausgangsmeridian: *Paris*, 2°20' östlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

4-7-1-4 'La Connoissance des Temps', 1702

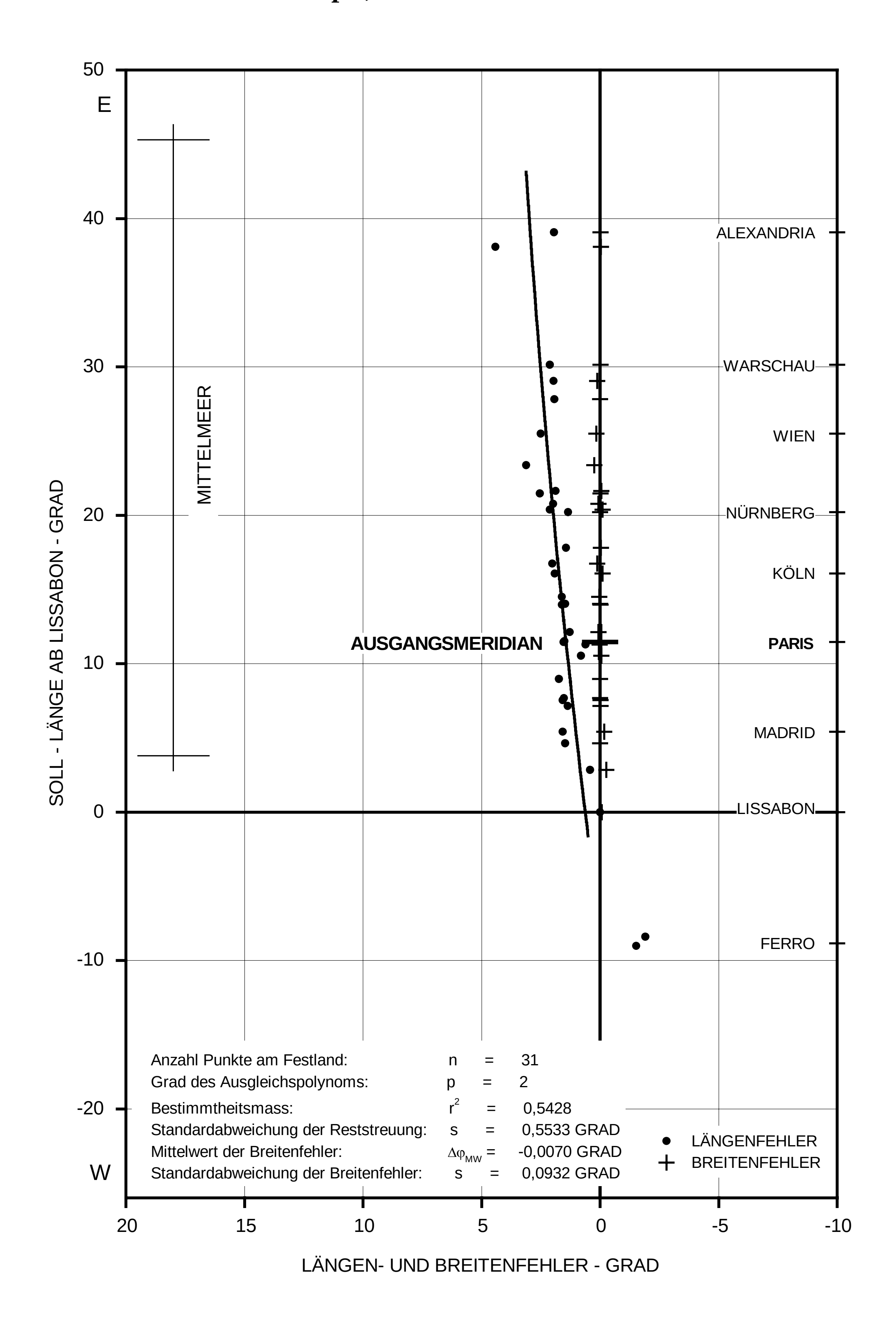


Abb. 4-7-1-4: Längen- und Breitenfehler der Tabelle 'La Connoissance des Temps' der Académie Royale des Sciences, 1702. Ausgangsmeridian: *Paris*, 2°20' östlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

		φ_{SOLL}	$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	φ_{IST}	$\lambda_{PARIS/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\varphi$	$\Delta\lambda$
NR	ORTSNAME	SOLL	SOLL	SOLL	TABELLE	TABELLE	TABELLE	TABELLE	TABELLE
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
1	FERRO KA, W	27,7000	-18,1500	-9,0167	28,0833	-20,5000	-7,5000	0,3833	-1,5167
2	KAP VERDE	14,7167	-17,5500	-8,4167	14,7167	-19,5000	-6,5000	0,0000	-1,9167
3	LISSABON	38,7333	-9,1333	0,0000	38,6667	-13,0000	0,0000	-0,0667	0,0000
4	CADIZ	36,5333	-6,3000	2,8333	36,2667	-9,7500	3,2500	-0,2667	0,4167
5	BREST	48,3833	-4,5000	4,6333	48,3833	-6,9000	6,1000	0,0000	1,4667
6	MADRID	40,4167	-3,7167	5,4167	40,2333	-6,0000	7,0000	-0,1833	1,5833
7	ST. MALO	48,6500	-2,0000	7,1333	48,6333	-4,5000	8,5000	-0,0167	1,3667
8	NANTES	47,2333	-1,5833	7,5500	47,2167	-3,8667	9,1333	-0,0167	1,5833
9	BAYONNE	43,5000	-1,4667	7,6667	43,5000	-3,8167	9,1833	0,0000	1,5167
10	LONDON	51,5000	-0,1667	8,9667	51,5000	-2,3000	10,7000	0,0000	1,7333
11	TOULOUSE	43,5500	1,4000	10,5333	43,5000	-1,6667	11,3333	-0,0500	0,8000
12	BARCELONA	41,4167	2,1667	11,3000	41,4333	-1,0833	11,9167	0,0167	0,6167
13	PARIS	48,8667	2,3333	11,4667	48,8333	0,0000	13,0000	-0,0333	1,5333
14	DÜNKIRCHEN	51,0333	2,3833	11,5167	51,0167	0,0167	13,0167	-0,0167	1,5000
15	NARBONNE	43,1833	3,0000	12,1333	43,2500	0,4167	13,4167	0,0667	1,2833
16	LYON	45,7667	4,8333	13,9667	45,7500	2,5833	15,5833	-0,0167	1,6167
17	AMSTERDAM	52,3500	4,9000	14,0333	52,3500	2,5000	15,5000	0,0000	1,4667
18	MARSEILLE	43,3000	5,3667	14,5000	43,3333	3,1167	16,1167	0,0333	1,6167
19	KÖLN	50,9333	6,9500	16,0833	50,8333	5,0000	18,0000	-0,1000	1,9167
20	BASEL	47,5500	7,6000	16,7333	47,6667	5,7500	18,7500	0,1167	2,0167
21	FRANKFURT	50,1000	8,6833	17,8167	50,0667	6,2500	19,2500	-0,0333	1,4333
22	NÜRNBERG	49,4500	11,0833	20,2167	49,4500	8,5667	21,5667	0,0000	1,3500
23	FLORENZ	43,7833	11,2500	20,3833	43,6833	9,5000	22,5000	-0,1000	2,1167
24	FERRARA	44,8333	11,6333	20,7667	44,9000	9,7500	22,7500	0,0667	1,9833
25	LEIPZIG	51,3333	12,3333	21,4667	51,3167	11,0000	24,0000	-0,0167	2,5333
26	ROM	41,8833	12,5000	21,6333	41,8333	10,5000	23,5000	-0,0500	1,8667
27	NEAPEL	40,8333	14,2500	23,3833	41,0833	13,5000	26,5000	0,2500	3,1167
28	WIEN	48,2167	16,3667	25,5000	48,3667	15,0000	28,0000	0,1500	2,5000
29	DANZIG	54,3667	18,6833	27,8167	54,3667	16,7500	29,7500	0,0000	1,9333
30	KRAKAU	50,0500	19,9167	29,0500	50,1667	18,0000	31,0000	0,1167	1,9550
31	WARSCHAU	52,2500	21,0000	30,1333	52,2333	19,2500	32,2500	-0,0167	2,1167
32	ISTANBUL	41,0333	28,9500	38,0833	41,0000	29,5000	42,5000	-0,0333	4,4167
33	ALEXANDRIA	31,2167	29,9167	39,0500	31,2000	28,0000	41,0000	-0,0167	1,9500

Tab. 4-7-1-4: Längen- und Breitenfehler der Tabelle 'La Connoissance des Temps' der Académie Royale des Sciences, 1702. Ausgangsmeridian: *Paris*, 2°20' östlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

4-7-1-5 'Connoissance des Temps', 1706

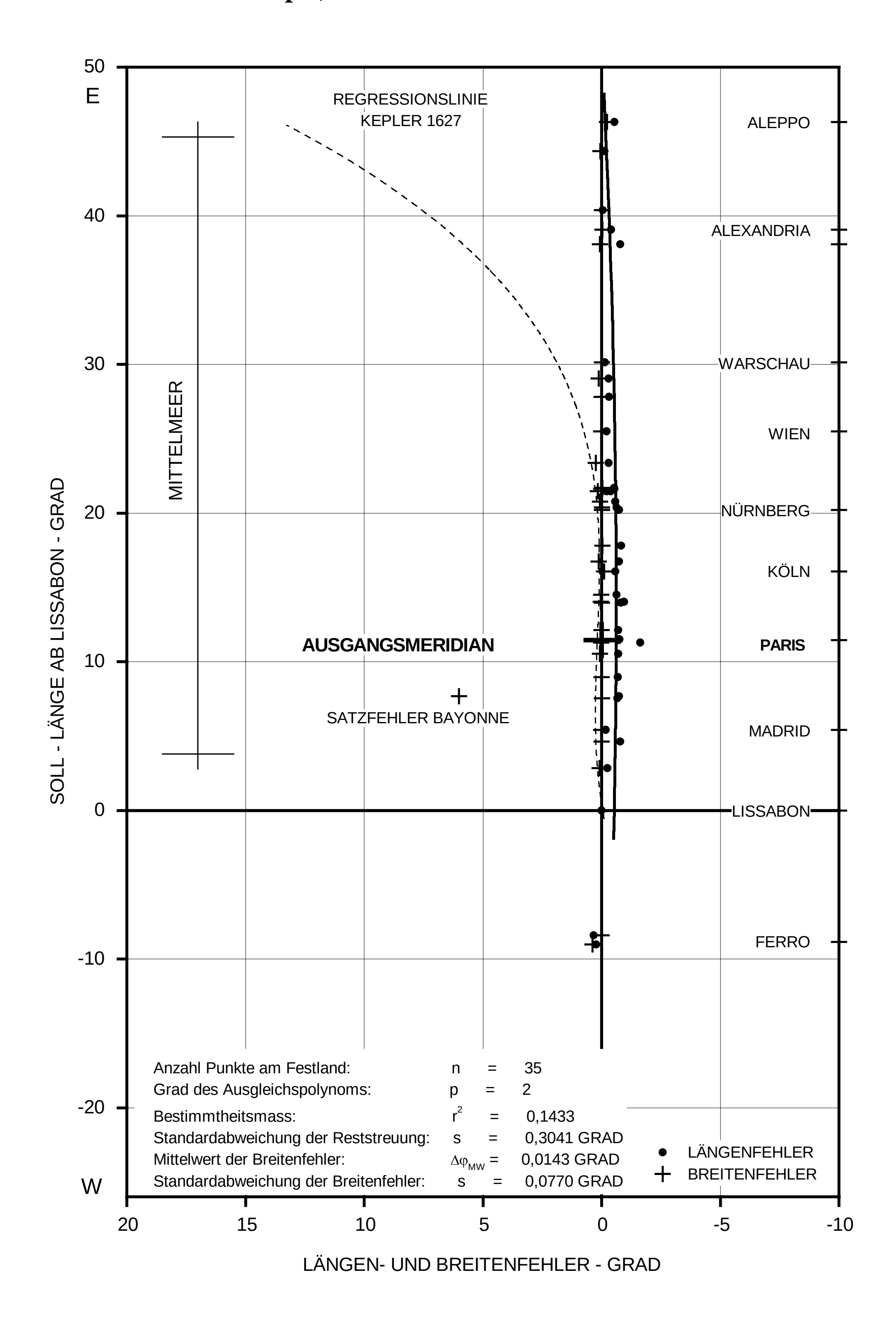


Abb. 4-7-1-5-a: Längen- und Breitenfehler der Tabelle 'Connoissance des Temps' der Académie Royale des Sciences, 1706. Ausgangsmeridian: *Paris*, 2°20' östlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

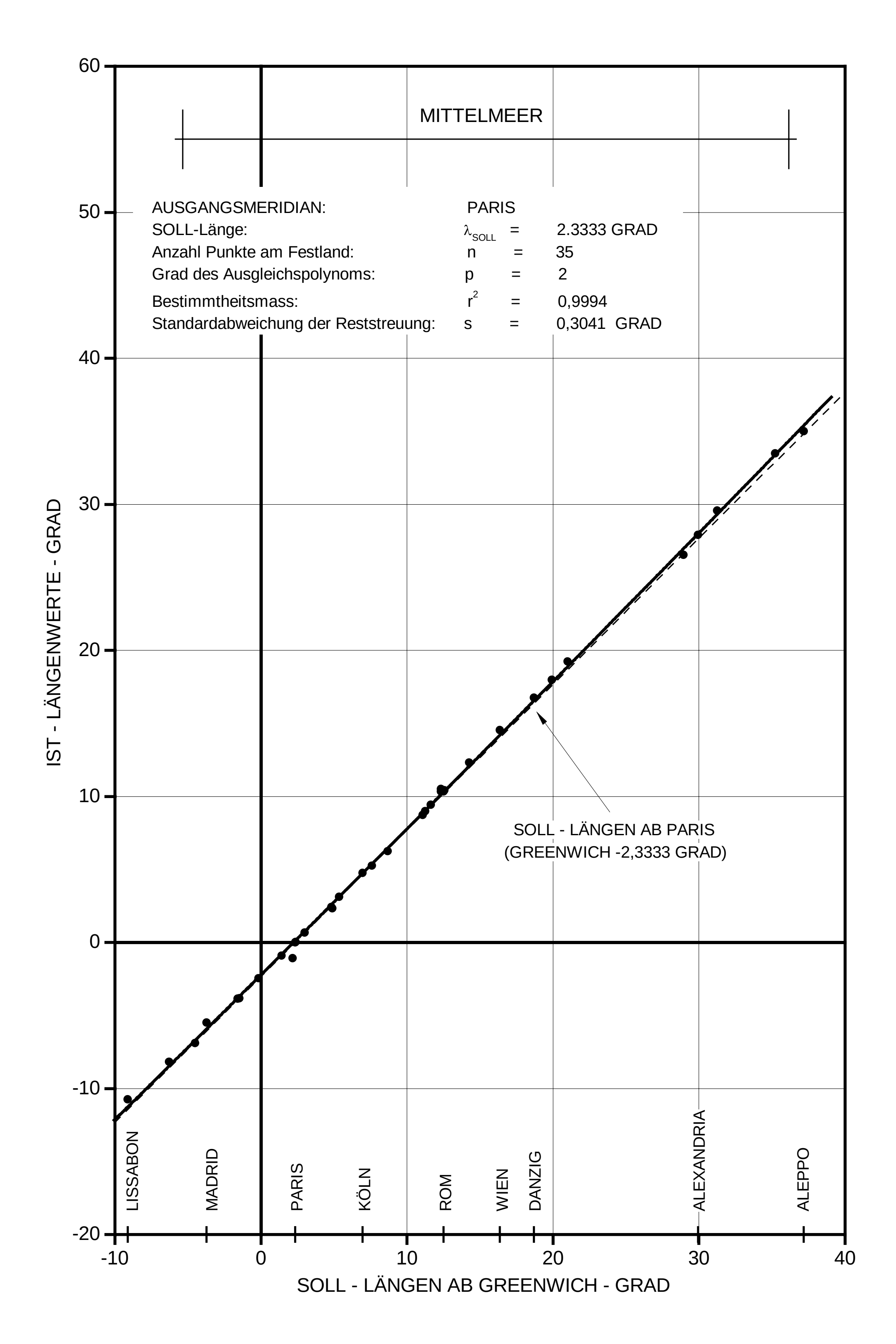


Abb. 4-7-1-5-b: Längenwerte in der Tabelle 'Connoissance des Temps' der Académie Royale des Sciences, 1706, für den Festlandsbereich der Untersuchung. Ausgangsmeridian: *Paris*, 2°20' östlich von *Greenwich*.

NR	ORTSNAME	φ_{SOLL}	$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	φ_{IST}	$\lambda_{PARIS/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta \varphi$	$\Delta \lambda$
		SOLL	SOLL	SOLL	TABELLE	TABELLE	TABELLE	TABELLE	TABELLE
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
1	FERRO KA, W	27,7000	-18,1500	-9,0167	28,0833	-20,0000	-9,2500	0,3833	0,2333
2	KAP VERDE	14,7167	-17,5500	-8,4167	14,7167	-19,5000	-8,7500	0,0000	0,3333
3	LISSABON	38,7333	-9,1333	0,0000	38,7500	-10,7500	0,0000	0,0167	0,0000
4	CADIZ	36,5333	-6,3000	2,8333	36,6167	-8,1667	2,5833	0,0833	-0,2500
5	BREST	48,3833	-4,5000	4,6333	48,3833	-6,9000	3,8500	0,0000	-0,7833
6	MADRID	40,4167	-3,7167	5,4167	40,4333	-5,5000	5,2500	0,0167	-0,1667
7	NANTES	47,2333	-1,5833	7,5500	47,2167	-3,8667	6,8833	-0,0167	-0,6667
8	BAYONNE	43,5000	-1,4667	7,6667	43,5000	-3,8167	6,9333	0,0000	-0,7333
9	LONDON	51,5000	-0,1667	8,9667	51,5000	-2,4667	8,2833	0,0000	-0,6833
10	TOULOUSE	43,5500	1,4000	10,5333	43,6167	-0,9167	9,8333	0,0667	-0,7000
11	BARCELONA	41,4167	2,1667	11,3000	41,4333	-1,0833	9,6667	0,0167	-1,6333
12	PARIS	48,8667	2,3333	11,4667	48,8333	0,0000	10,7500	-0,0333	-0,7167
13	DÜNKIRCHEN	51,0333	2,3833	11,5167	51,0167	0,0167	10,7667	-0,0167	-0,7500
14	NARBONNE	43,1833	3,0000	12,1333	43,1833	0,6833	11,4333	0,0000	-0,7000
15	LYON	45,7667	4,8333	13,9667	45,7500	2,4167	13,1667	-0,0167	-0,8000
16	AMSTERDAM	52,3500	4,9000	14,0333	52,3833	2,3333	13,0833	0,0333	-0,9500
17	MARSEILLE	43,3000	5,3667	14,5000	43,3167	3,1167	13,8667	0,0167	-0,6333
18	KÖLN	50,9333	6,9500	16,0833	50,8333	4,7500	15,5000	-0,1000	-0,5833
19	BASEL	47,5500	7,6000	16,7333	47,6667	5,2500	16,0000	0,1167	-0,7333
20	FRANKFURT	50,1000	8,6833	17,8167	50,0667	6,2500	17,0000	-0,0333	-0,8167
21	NÜRNBERG	49,4500	11,0833	20,2167	49,4333	8,7333	19,4833	-0,0167	-0,7333
22	FLORENZ	43,7833	11,2500	20,3833	43,7667	9,0000	19,7500	-0,0167	-0,6333
23	FERRARA	44,8333	11,6333	20,7667	44,9000	9,4333	20,1833	0,0667	-0,5833
24	VENEDIG	45,4333	12,3333	21,4667	45,5833	10,3333	21,0833	0,1500	-0,3833
25	LEIPZIG	51,3333	12,3333	21,4667	51,3167	10,5000	21,2500	-0,0167	-0,2167
26	ROM	41,8833	12,5000	21,6333	41,9000	10,3333	21,0833	0,0167	-0,5500
27	KOPENHAGEN	55,7167	12,5667	21,7000	55,6833	10,4167	21,1667	-0,0333	-0,5333
28	NEAPEL	40,8333	14,2500	23,3833	41,0833	12,3333	23,0833	0,2500	-0,3000
29	WIEN	48,2167	16,3667	25,5000	48,2333	14,5333	25,2833	0,0167	-0,2167
30	DANZIG	54,3667	18,6833	27,8167	54,3667	16,7500	27,5000	0,0000	-0,3167
31	KRAKAU	50,0500	19,9167	29,0500	50,1667	18,0000	28,7500	0,1167	-0,3000
32	WARSCHAU	52,2500	21,0000	30,1333	52,2333	19,2500	30,0000	-0,0167	-0,1333
33	ISTANBUL	41,0333	28,9500	38,0833	41,1000	26,5500	37,3000	0,0667	-0,7833
34	ALEXANDRIA	31,2167	29,9167	39,0500	31,1833	27,9000	38,6500	-0,0333	-0,4000
35	KAIRO	30,0500	31,2500	40,3833	30,0333	29,5833	40,3333	-0,0167	-0,0500
36	JERUSALEM	31,7833	35,2167	44,3500	31,8333	33,5000	44,2500	0,0500	-0,1000
37	ALEPPO	36,2333	37,1667	46,3000	36,0000	35,0000	45,7500	-0,2333	-0,5500

Tab. 4-7-1-5: Längen- und Breitenfehler der Tabelle 'Connoissance des Temps' der Académie Royale des Sciences, 1706. Ausgangsmeridian: *Paris*, 2°20' östlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*

4-7-1-6 'Connoissance des Temps', 1716

		φ_{SOLL}	$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	φ_{IST}	$\lambda_{PARIS/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\varphi$	$\Delta\lambda$
NR	ORTSNAME	SOLL	SOLL	SOLL		TABELLE	TABELLE		TABELLE
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
1	FERRO KA, W		-18,1500	-9,0167		-20,0000	-9,2500		0,2333
2	KAP VERDE		-17,5500	-8,4167		-19,5000	-8,7500		0,3333
3	LISSABON		-9,1333	0,0000		-10,7500	0,0000		0,0000
4	CADIZ		-6,3000	2,8333		-8,1667	2,5833		-0,2500
5	BREST		-4,5000	4,6333		-6,9000	3,8500		-0,7833
6	MADRID		-3,7167	5,4167		-5,5000	5,2500		-0,1667
7	ST. MALO		-2,0000	7,1333		-4,5000	6,2500		-0,8833
8	NANTES		-1,5833	7,5500		-3,8667	6,8833		-0,6667
9	BAYONNE		-1,4667	7,6667		-3,8167	6,9333		-0,7333
10	LONDON		-0,1667	8,9667		-2,4667	8,2833		-0,6833
11	TOULOUSE		1,4000	10,5333		-0,9167	9,8333		-0,7000
12	BARCELONA		2,1667	11,3000		-0,1667	10,5833		-0,7167
13	PARIS		2,3333	11,4667		0,0000	10,7500		-0,7167
14	DÜNKIRCHEN		2,3833	11,5167		0,0167	10,7667		-0,7500
15	NARBONNE		3,0000	12,1333		0,6833	11,4333		-0,7000
16	LYON		4,8333	13,9667		2,4167	13,1667		-0,8000
17	AMSTERDAM		4,9000	14,0333		2,3333	13,0833		-0,9500
18	MARSEILLE		5,3667	14,5000		3,1167	13,8667		-0,6333
19	KÖLN		6,9500	16,0833		4,7500	15,5000		-0,5833
20	BASEL		7,6000	16,7333		5,2500	16,0000		-0,7333
21	FRANKFURT		8,6833	17,8167		6,2500	17,0000		-0,8167
22	NÜRNBERG		11,0833	20,2167		8,7333	19,4833		-0,7333
23	FERRARA		11,6333	20,7667		9,4333	20,1833		-0,5833
24	FLORENZ		11,2500	20,3833		9,0000	19,7500		-0,6333
25	VENEDIG		12,3333	21,4667		10,3333	21,0833		-0,3833
26	LEIPZIG		12,3333	21,4667		10,5000	21,2500		-0,2167
27	ROM		12,5000	21,6333		10,3333	21,0833		-0,5500
28	KOPENHAGEN		12,5667	21,7000		10,4167	21,1667		-0,5333
29	NEAPEL		14,2500	23,3833		12,3333	23,0833		-0,3000
30	WIEN		16,3667	25,5000		14,5333	25,2833		-0,2167
31	DANZIG		18,6833	27,8167		16,7500	27,5000		-0,3167
32	KRAKAU		19,9167	29,0500		18,0000	28,7500		-0,3000
33	WARSCHAU		21,0000	30,1333		19,2500	30,0000		-0,1333
34	ISTANBUL		28,9500	38,0833		26,5500	37,3000		-0,7833
35	ALEXANDRIA		29,9167	39,0500		27,9000	38,6500		-0,4000
36	KAIRO		31,2500	40,3833		29,5833	40,3333		-0,0500
37	JERUSALEM		36,1333	45,2667		33,5000	44,2500		-1,0167
38	ALEPPO		37,1667	46,3000		35,0000	45,7500		-0,5500

Tab. 4-7-1-6: Längen- und Breitenfehler der Tabelle 'Connoissance des Temps' der Académie Royale des Sciences, 1716. Ausgangsmeridian: *Paris*, 2°20' östlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

4-7-1-7 'Connoissance des Temps', 1718

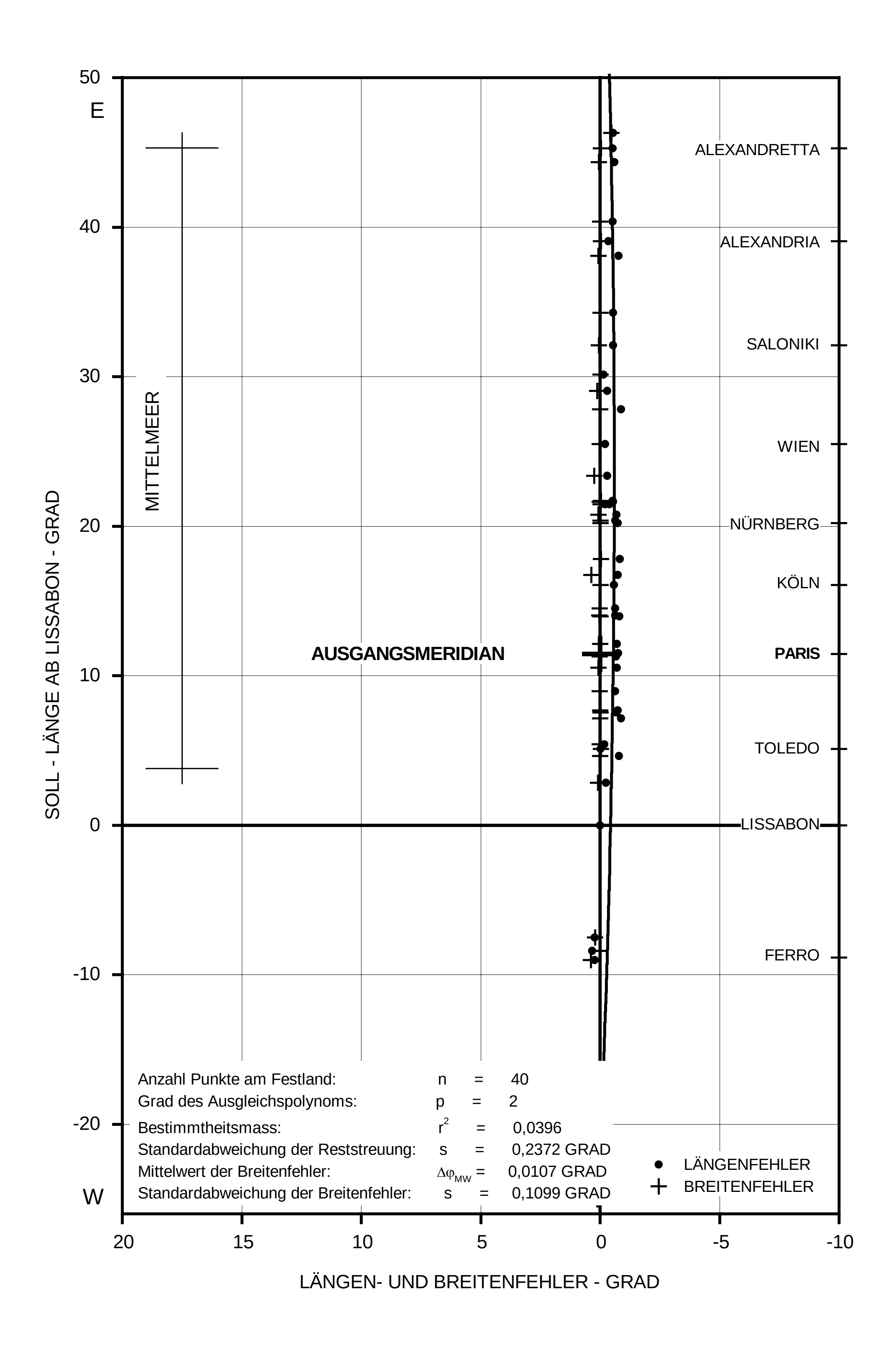


Abb. 4-7-1-7-a: Längen- und Breitenfehler der Tabelle 'Connoissance des Temps' der Académie Royale des Sciences, 1718. Ausgangsmeridian: *Paris*, 2°20' östlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

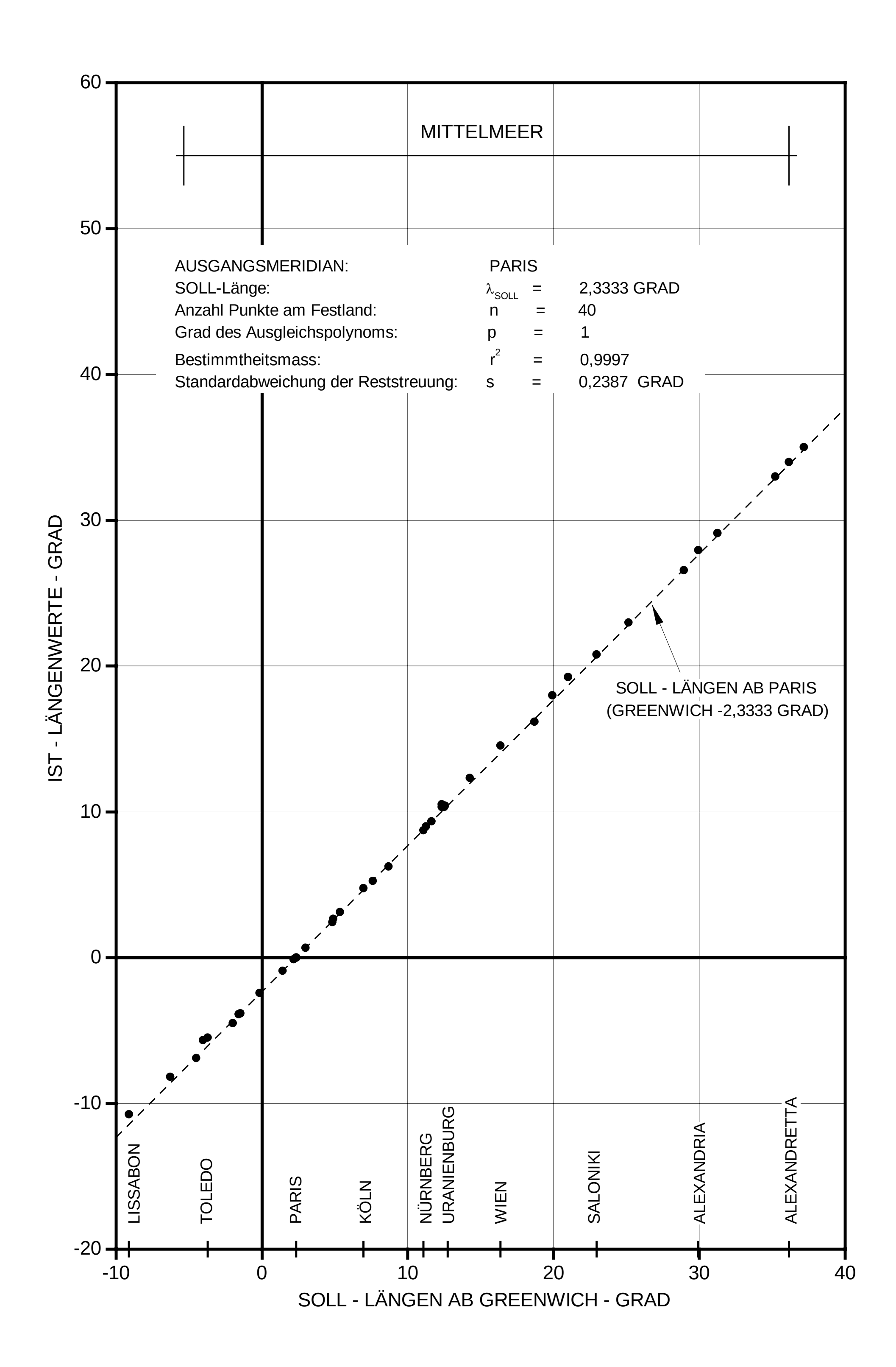


Abb. 4-7-1-7-b: Längenwerte in der Tabelle 'Connoissance des Temps' der Académie Royale des Sciences, 1718, für den Festlandsbereich der Untersuchung. Ausgangsmeridian: *Paris*, 2°20' östlich von *Greenwich*.

		φ_{SOLL}	$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	φ_{IST}	$\lambda_{PARIS/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\varphi$	$\Delta\lambda$
NR	ORTSNAME	SOLL	SOLL	SOLL	TABELLE	TABELLE	TABELLE	TABELLE	TABELLE
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
1	FERRO KA, W	27,7000	-18,1500	-9,0167	28,0833	-20,0000	-9,2500	0,3833	0,2333
2	KAP VERDE	14,7167	-17,5500	-8,4167	14,7167	-19,5000	-8,7500	0,0000	0,3333
3	TENERIFFA KA, Pico	28,2833	-16,6500	-7,5167	28,5000	-18,5000	-7,7500	0,2167	0,2333
4	LISSABON	38,7333	-9,1333	0,0000	38,7500	-10,7500	0,0000	0,0167	0,0000
5	CADIZ	36,5333	-6,3000	2,8333	36,6167	-8,1667	2,5833	0,0833	-0,2500
6	BREST	48,3833	-4,5000	4,6333	48,3833	-6,9000	3,8500	0,0000	-0,7833
7	TOLEDO	39,8667	-4,0333	5,1000	39,8333	-5,6667	5,0833	-0,0333	-0,0167
8	MADRID	40,4167	-3,7167	5,4167	40,4333	-5,5000	5,2500	0,0167	-0,1667
9	ST. MALO	48,6500	-2,0000	7,1333	48,6417	-4,5000	6,2500	-0,0083	-0,8833
10	NANTES	47,2333	-1,5833	7,5500	47,2194	-3,8750	6,8750	-0,0139	-0,6750
11	BAYONNE	43,5000	-1,4667	7,6667	43,4958	-3,8125	6,9375	-0,0042	-0,7292
12	LONDON	51,5000	-0,1667	8,9667	51,5167	-2,4208	8,3292	0,0167	-0,6375
13	TOULOUSE	43,5500	1,4000	10,5333	43,6167	-0,9167	9,8333	0,0667	-0,7000
14	BARCELONA	41,4167	2,1667	11,3000	41,4333	-0,1167	10,6333	0,0167	-0,6667
15	PARIS	48,8667	2,3333	11,4667	48,8361	0,0000	10,7500	-0,0306	-0,7167
16	DÜNKIRCHEN	51,0333	2,3833	11,5167	51,0250	0,0125	10,7625	-0,0083	-0,7542
17	NARBONNE	43,1833	3,0000	12,1333	43,1833	0,6833	11,4333	0,0000	-0,7000
18	LYON	45,7667	4,8333	13,9667	45,7556	2,4167	13,1667	-0,0111	-0,8000
19	AMSTERDAM	52,3500	4,9000	14,0333	52,3792	2,6500	13,4000	0,0292	-0,6333
20	MARSEILLE	43,3000	5,3667	14,5000	43,3250	3,1167	13,8667	0,0250	-0,6333
21	KÖLN	50,9333	6,9500	16,0833	50,9167	4,7500	15,5000	-0,0167	-0,5833
22	BASEL	47,5500	7,6000	16,7333	47,9167	5,2500	16,0000	0,3667	-0,7333
23	FRANKFURT	50,1000	8,6833	17,8167	50,0667	6,2500	17,0000	-0,0333	-0,8167
24	NÜRNBERG	49,4500	11,0833	20,2167	49,4333	8,7333	19,4833	-0,0167	-0,7333
25	FLORENZ	43,7833	11,2500	20,3833	43,7667	9,0000	19,7500	-0,0167	-0,6333
26	FERRARA	44,8333	11,6333	20,7667	44,9000	9,3333	20,0833	0,0667	-0,6833
27	VENEDIG	45,4333	12,3333	21,4667	45,4167	10,3333	21,0833	-0,0167	-0,3833
28	LEIPZIG	51,3333	12,3333	21,4667	51,3167	10,5000	21,2500	-0,0167	-0,2167
29	ROM	41,8833	12,5000	21,6333	41,9000	10,3333	21,0833	0,0167	-0,5500
30	KOPENHAGEN	55,7167	12,5667	21,7000	55,6792	10,4208	21,1708	-0,0375	-0,5292
31	NEAPEL	40,8333	14,2500	23,3833	41,0833	12,3333	23,0833	0,2500	-0,3000
32	WIEN	48,2167	16,3667	25,5000	48,2333	14,5333	25,2833	0,0167	-0,2167
33	DANZIG	54,3667	18,6833	27,8167	54,3667	16,1833	26,9333	0,0000	-0,8833
34	KRAKAU	50,0500	19,9167	29,0450	50,1667	18,0000	28,7500	0,1167	-0,2950
35	WARSCHAU	52,2500	21,0000	30,1333	52,2333	19,2500	30,0000	-0,0167	-0,1333
36	SALONIKI	40,6333	22,9667	32,1000	40,6861	20,8000	31,5500	0,0528	-0,5500
37	CANDIA	35,3333	25,1333	34,2667	35,3125	22,9667	33,7167	-0,0208	-0,5500
38	ISTANBUL	41,0333	28,9500	38,0833	41,1000	26,5583	37,3083	0,0667	-0,7750
39	ALEXANDRIA	31,2167	29,9167	39,0500	31,1889	27,9417	38,6917	-0,0278	-0,3583
40	KAIRO	30,0500	31,2500	40,3833	30,0417	29,1042	39,8542	-0,0083	-0,5292
41	JERUSALEM	31,7833	35,2167	44,3500	31,8333	33,0000	43,7500	0,0500	-0,6000
42	ALEXANDRETTA	36,6167	36,1333	45,2667	36,5861	34,0000	44,7500	-0,0306	-0,5167
43	ALEPPO	36,2333	37,1667	46,3000	35,7564	35,0000	45,7500	-0,4769	-0,5500

Tab. 4-7-1-7: Längen- und Breitenfehler der Tabelle 'Connoissance des Temps' der Académie Royale des Sciences, 1718. Ausgangsmeridian: *Paris*, 2°20' östlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

4-7-1-8 'Connoissance des Temps', 1720

		φ_{SOLL}	$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	φ_{IST}	$\lambda_{PARIS/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\varphi$	$\Delta\lambda$
NR	ORTSNAME	SOLL	SOLL	SOLL	TABELLE	TABELLE	TABELLE	TABELLE	TABELLE
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
1	PICO AZ, Z	38,4667	-28,4000	-19,2667	38,5833	-30,5000	-19,7500	0,1167	0,4833
2	FERRO KA, W	27,7000	-18,1500	-9,0167	28,0833	-20,0000	-9,2500	0,3833	0,2333
3	KAP VERDE	14,7167	-17,5500	-8,4167	14,7167	-19,5000	-8,7500	0,0000	0,3333
4	TENERIFFA KA, Pico	28,2833	-16,6500	-7,5167	28,5000	-18,5000	-7,7500	0,2167	0,2333
5	LISSABON	38,7333	-9,1333	0,0000	38,7500	-10,7500	0,0000	0,0167	0,0000
6	CADIZ	36,5333	-6,3000	2,8333	36,6167	-8,1667	2,5833	0,0833	-0,2500
7	BREST	48,3833	-4,5000	4,6333	48,3833	-6,9000	3,8500	0,0000	-0,7833
8	TOLEDO	39,8667	-4,0333	5,1000	39,8333	-5,6667	5,0833	-0,0333	-0,0167
9	MADRID	40,4167	-3,7167	5,4167	40,4333	-5,5000	5,2500	0,0167	-0,1667
10	ST. MALO	48,6500	-2,0000	7,1333	48,6417	-4,5000	6,2500	-0,0083	-0,8833
11	NANTES	47,2333	-1,5833	7,5500	47,2167	-3,8750	6,8750	-0,0167	-0,6750
12	BAYONNE	43,5000	-1,4667	7,6667	43,4958	-3,8125	6,9375	-0,0042	-0,7292
13	LONDON	51,5000	-0,1667	8,9667	51,5167	-2,4208	8,3292	0,0167	-0,6375
14	TOULOUSE	43,5500	1,4000	10,5333	43,6167	-0,9167	9,8333	0,0667	-0,7000
15	BARCELONA	41,4167	2,1667	11,3000	41,4333	-0,1167	10,6333	0,0167	-0,6667
16	PARIS	48,8667	2,3333	11,4667	48,8361	0,0000	10,7500	-0,0306	-0,7167
17	DÜNKIRCHEN	51,0333	2,3833	11,5167	51,0250	0,0125	10,7625	-0,0083	-0,7542
18	NARBONNE	43,1833	3,0000	12,1333	43,1833	0,6833	11,4333	0,0000	-0,7000
19	LYON	45,7667	4,8333	13,9667	45,7556	2,4167	13,1667	-0,0111	-0,8000
20	AMSTERDAM	52,3500	4,9000	14,0333	52,3792	2,6500	13,4000	0,0292	-0,6333
21	MARSEILLE	43,3000	5,3667	14,5000	43,3250	3,1167	13,8667	0,0250	-0,6333
22	KÖLN	50,9333	6,9500	16,0833	50,9167	4,7500	15,5000	-0,0167	-0,5833
23	BASEL	47,5500	7,6000	16,7333	47,9167	5,2500	16,0000	0,3667	-0,7333
24	FRANKFURT	50,1000	8,6833	17,8167	50,0667	6,2500	17,0000	-0,0333	-0,8167
25	NÜRNBERG	49,4500	11,0833	20,2167	49,4333	8,7333	19,4833	-0,0167	-0,7333
26	FLORENZ	43,7833	11,2500	20,3833	43,7667	9,0000	19,7500	-0,0167	-0,6333
27	FERRARA	44,8333	11,6333	20,7667	44,9000	9,3333	20,0833	0,0667	-0,6833
28	VENEDIG	45,4333	12,3333	21,4667	45,4167	10,3333	21,0833	-0,0167	-0,3833
29	LEIPZIG	51,3333	12,3333	21,4667	51,3167	10,5000	21,2500	-0,0167	-0,2167
30	ROM	41,8833	12,5000	21,6333	41,9000	10,3333	21,0833	0,0167	-0,5500
31	KOPENHAGEN	55,7167	12,5667	21,7000	55,6792	10,4208	21,1708	-0,0375	-0,5292
32	NEAPEL	40,8333	14,2500	23,3833	41,0833	12,3333	23,0833	0,2500	-0,3000
33	WIEN	48,2167	16,3667	25,5000	48,2333	14,5333	25,2833	0,0167	-0,2167
34	DANZIG	54,3667	18,6833	27,8167	54,3667	16,1833	26,9333	0,0000	-0,8833
35	KRAKAU	50,0500	19,9167	29,0450	50,1667	18,0000	28,7500	0,1167	-0,2950
36	WARSCHAU	52,2500	21,0000	30,1333	52,2333	19,2500	30,0000	-0,0167	-0,1333
37	SALONIKI	40,6333	22,9667	32,1000	40,6861	20,8000	31,5500	0,0528	-0,5500
38	CANDIA, Iraklion, Kreta	35,3333	25,1333	34,2667	35,3125	22,9667	33,7167	-0,0208	-0,5500
39	ISTANBUL	41,0333	28,9500	38,0833	41,1000	26,5583	37,3083	0,0667	-0,7750
40	ALEXANDRIA	31,2167	29,9167	39,0500	31,1889	27,9417	38,6917	-0,0278	-0,3583
41	KAIRO	30,0500	31,2500	40,3833	30,0417	29,1042	39,8542	-0,0083	-0,5292
42	JERUSALEM	31,7833	35,2167	44,3500	31,8333	34,0000	44,7500	0,0500	0,4000
43	ALEXANDRETTA, Iskend	36,6167	36,1333	45,2667	36,5861	34,0000	44,7500	-0,0306	-0,5167
44	ALEPPO	36,2333	37,1667	46,3000	35,7500	35,0000	45,7500	-0,4833	-0,5500

Tab. 4-7-1-8: Längen- und Breitenfehler der Tabelle 'Connoissance des Temps' der Académie Royale des Sciences, 1720. Ausgangsmeridian: *Paris*, 2°20' östlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

4-7-1-9 'Connoissance des Temps', 1730

NR	ORTSNAME	φ_{SOLL}	$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	φ_{IST}	$\lambda_{PARIS/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\varphi$	$\Delta\lambda$
		SOLL	SOLL	SOLL	TABELLE	TABELLE	TABELLE	TABELLE	TABELLE
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
1	PICO AZ, Z	38,4667	-28,4000	-19,2667	38,7500	-30,5000	-19,7500	0,2833	0,4833
2	FERRO KA, W	27,7000	-18,1500	-9,0167	28,0833	-20,0000	-9,2500	0,3833	0,2333
3	KAP VERDE	14,7167	-17,5500	-8,4167	14,7167	-19,5000	-8,7500	0,0000	0,3333
4	TENERIFFA KA, Pico	28,2833	-16,6500	-7,5167	28,5000	-18,5000	-7,7500	0,2167	0,2333
5	LISSABON	38,7333	-9,1333	0,0000	38,7500	-10,7500	0,0000	0,0167	0,0000
6	CADIZ	36,5333	-6,3000	2,8333	36,6167	-8,1667	2,5833	0,0833	-0,2500
7	BREST	48,3833	-4,5000	4,6333	48,3833	-6,9000	3,8500	0,0000	-0,7833
8	TOLEDO	39,8667	-4,0333	5,1000	39,8333	-5,6667	5,0833	-0,0333	-0,0167
9	MADRID	40,4167	-3,7167	5,4167	40,4333	-5,5000	5,2500	0,0167	-0,1667
10	ST. MALO	48,6500	-2,0000	7,1333	48,6417	-4,5000	6,2500	-0,0083	-0,8833
11	NANTES	47,2333	-1,5833	7,5500	47,2167	-3,8750	6,8750	-0,0167	-0,6750
12	BAYONNE	43,5000	-1,4667	7,6667	43,4958	-3,8125	6,9375	-0,0042	-0,7292
13	LONDON	51,5000	-0,1667	8,9667	51,5167	-2,4208	8,3292	0,0167	-0,6375
14	TOULOUSE	43,5500	1,4000	10,5333	43,6167	-0,9167	9,8333	0,0667	-0,7000
15	BARCELONA	41,4167	2,1667	11,3000	41,4333	-0,1167	10,6333	0,0167	-0,6667
16	PARIS	48,8667	2,3333	11,4667	48,8361	0,0000	10,7500	-0,0306	-0,7167
17	DÜNKIRCHEN	51,0333	2,3833	11,5167	51,0250	0,0125	10,7625	-0,0083	-0,7542
18	NARBONNE	43,1833	3,0000	12,1333	43,1833	0,6833	11,4333	0,0000	-0,7000
19	LYON	45,7667	4,8333	13,9667	45,7556	2,4167	13,1667	-0,0111	-0,8000
20	AMSTERDAM	52,3500	4,9000	14,0333	52,3792	2,6500	13,4000	0,0292	-0,6333
21	MARSEILLE	43,3000	5,3667	14,5000	43,3250	3,1167	13,8667	0,0250	-0,6333
22	KÖLN	50,9333	6,9500	16,0833	50,9167	4,7500	15,5000	-0,0167	-0,5833
23	BASEL	47,5500	7,6000	16,7333	47,9167	5,2500	16,0000	0,3667	-0,7333
24	FRANKFURT	50,1000	8,6833	17,8167	50,0667	6,2500	17,0000	-0,0333	-0,8167
25	NÜRNBERG	49,4500	11,0833	20,2167	49,4333	8,7333	19,4833	-0,0167	-0,7333
26	FLORENZ	43,7833	11,2500	20,3833	43,7667	8,9917	19,7417	-0,0167	-0,6417
27	FERRARA	44,8333	11,6333	20,7667	44,9000	9,3333	20,0833	0,0667	-0,6833
28	VENEDIG	45,4333	12,3333	21,4667	45,4167	10,3333	21,0833	-0,0167	-0,3833
29	LEIPZIG	51,3333	12,3333	21,4667	51,3167	10,0000	20,7500	-0,0167	-0,7167
30	ROM	41,8833	12,5000	21,6333	41,9000	10,3333	21,0833	0,0167	-0,5500
31	KOPENHAGEN	55,7167	12,5667	21,7000	55,6792	10,4208	21,1708	-0,0375	-0,5292
32	NEAPEL	40,8333	14,2500	23,3833	41,0833	12,3333	23,0833	0,2500	-0,3000
33	WIEN	48,2167	16,3667	25,5000	48,2333	14,5333	25,2833	0,0167	-0,2167
34	DANZIG	54,3667	18,6833	27,8167	54,3667	16,1833	26,9333	0,0000	-0,8833
35	KRAKAU	50,0500	19,9167	29,0450	50,1667	17,5000	28,2500	0,1167	-0,7950
36	WARSCHAU	52,2500	21,0000	30,1333	52,2333	18,7500	29,5000	-0,0167	-0,6333
37	SALONIKI	40,6333	22,9667	32,1000	40,6861	20,8000	31,5500	0,0528	-0,5500
38	CANDIA, Iraklion, Kreta	35,3333	25,1333	34,2667	35,3125	22,9667	33,7167	-0,0208	-0,5500
39	ISTANBUL	41,0333	28,9500	38,0833	41,1000	26,5583	37,3083	0,0667	-0,7750
40	ALEXANDRIA	31,2167	29,9167	39,0500	31,1889	27,9417	38,6917	-0,0278	-0,3583
41	KAIRO	30,0500	31,2500	40,3833	30,0417	29,1042	39,8542	-0,0083	-0,5292
42	JERUSALEM	31,7833	35,2167	44,3500	31,8333	33,0000	43,7500	0,0500	-0,6000
43	ALEXANDRETTA, Iskend	36,6167	36,1333	45,2667	36,5861	34,0000	44,7500	-0,0306	-0,5167
44	ALEPPO	36,2333	37,1667	46,3000	35,7500	35,0000	45,7500	-0,4833	-0,5500

Tab. 4-7-1-9: Längen- und Breitenfehler der Tabelle 'Connoissance des Temps' der Académie Royale des Sciences, 1730. Ausgangsmeridian: *Paris*, 2°20' östlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

4-7-1-10 'Connoissance des Temps', 1740

NR	ORTSNAME	φ_{SOLL}	$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	φ_{IST}	$\lambda_{PARIS/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\varphi$	$\Delta\lambda$
		SOLL	SOLL	SOLL	TABELLE	TABELLE	TABELLE	TABELLE	TABELLE
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
1	PICO AZ, Z	38,4667	-28,4000	-19,2667	38,7500	-30,5000	19,2083	0,2833	-0,0583
2	FERRO KA, W	27,7000	-18,1500	-9,0167	28,0833	-19,8583	-8,5666	0,3833	-0,4501
3	KAP VERDE	14,7167	-17,5500	-8,4167	14,7167	-19,5000	-8,2083	0,0000	-0,2084
4	TENERIFFA KA, Pico	28,2833	-16,6500	-7,5167	28,5000	-18,5000	-7,2083	0,2167	-0,3084
5	LISSABON	38,7333	-9,1333	0,0000	38,7500	-11,2917	0,0000	0,0167	0,0000
6	CADIZ	36,5333	-6,3000	2,8333	36,6167	-8,4500	2,8417	0,0833	0,0084
7	BREST	48,3833	-4,5000	4,6333	48,3833	-6,9000	4,3917	0,0000	-0,2416
8	TOLEDO	39,8667	-4,0333	5,1000	39,8333	-5,6667	5,6250	-0,0333	0,5250
9	MADRID	40,4167	-3,7167	5,4167	40,4333	-6,0958	5,1959	0,0167	-0,2208
10	NANTES	47,2333	-1,5833	7,5500	47,2167	-3,9792	7,3125	-0,0167	-0,2375
11	BAYONNE	43,5000	-1,4667	7,6667	43,4958	-3,8125	7,4792	-0,0042	-0,1875
12	LONDON	51,5000	-0,1667	8,9667	51,5167	-2,4208	8,8709	0,0167	-0,0958
13	GREENWICH	51,4667	0,0000	9,1333	51,4750	-2,2917	9,0000	0,0083	-0,1333
14	TOULOUSE	43,5500	1,4000	10,5333	43,6167	-0,9167	10,3750	0,0667	-0,1583
15	BARCELONA	41,4167	2,1667	11,3000	41,4333	-0,1167	11,1750	0,0167	-0,1250
16	PARIS	48,8667	2,3333	11,4667	48,8361	0,0000	11,2917	-0,0306	-0,1750
17	DÜNKIRCHEN	51,0333	2,3833	11,5167	51,0250	0,0125	11,3042	-0,0083	-0,2125
18	NARBONNE	43,1833	3,0000	12,1333	43,1833	0,6833	11,9750	0,0000	-0,1583
19	LYON	45,7667	4,8333	13,9667	45,7556	2,4167	13,7084	-0,0111	-0,2583
20	AMSTERDAM	52,3500	4,9000	14,0333	52,3792	2,6500	13,9417	0,0292	-0,0916
21	MARSEILLE	43,3000	5,3667	14,5000	43,3250	3,1167	14,4084	0,0250	-0,0916
22	KÖLN	50,9333	6,9500	16,0833	50,9167	4,7500	16,0417	-0,0167	-0,0416
23	BASEL	47,5500	7,6000	16,7333	47,9167	5,2500	16,5417	0,3667	-0,1916
24	FRANKFURT	50,1000	8,6833	17,8167	50,0667	6,2500	17,5417	-0,0333	-0,2750
25	NÜRNBERG	49,4500	11,0833	20,2167	49,4333	8,7333	20,0250	-0,0167	-0,1916
26	FLORENZ	43,7833	11,2500	20,3833	43,7667	8,9917	20,2834	-0,0167	-0,1000
27	VENEDIG	45,4333	12,3333	21,4667	45,4167	10,3333	21,6250	-0,0167	0,1584
28	LEIPZIG	51,3333	12,3333	21,4667	51,3167	10,0000	21,2917	-0,0167	-0,1750
29	ROM	41,8833	12,5000	21,6333	41,9000	10,3333	21,6250	0,0167	-0,0083
30	KOPENHAGEN	55,7167	12,5667	21,7000	55,6792	10,4208	21,7125	-0,0375	0,0125
31	URANIENBURG	55,9167	12,7500	21,8833	55,9042	10,5417	21,8334	-0,0125	-0,0499
32	NEAPEL	40,8333	14,2500	23,3833	41,0833	12,3333	23,6250	0,2500	0,2417
33	WIEN	48,2167	16,3667	25,5000	48,2333	14,5417	25,8334	0,0167	0,3334
34	DANZIG	54,3667	18,6833	27,8167	54,3667	16,1833	27,4750	0,0000	-0,3416
35	KRAKAU	50,0500	19,9167	29,0450	50,1667	17,5000	28,7917	0,1167	-0,2533
36	WARSCHAU	52,2500	21,0000	30,1333	52,2333	18,7500	30,0417	-0,0167	-0,0916
37	SALONIKI	40,6333	22,9667	32,1000	40,6861	20,8000	32,0917	0,0528	-0,0083
38	CANDIA	35,3333	25,1333	34,2667	35,3125	22,9667	34,2584	-0,0208	-0,0083
39	ISTANBUL	41,0333	28,9500	38,0833	41,1000	26,5583	37,8500	0,0667	-0,2333
40	ALEXANDRIA	31,2167	29,9167	39,0500	31,1889	27,9417	39,2334	-0,0278	0,1834
41	KAIRO	30,0500	31,2500	40,3833	30,0417	29,1042	40,3959	-0,0083	0,0125
42	JERUSALEM	31,7833	35,2167	44,3500	31,8333	33,0000	44,2917	0,0500	-0,0583
43	ALEXANDRETTA	36,6167	36,1333	45,2667	36,5861	34,0000	45,2917	-0,0306	0,0250
44	ALEPPO	36,2333	37,1667	46,3000	35,7500	35,0000	46,2917	-0,4833	-0,0083

Tab. 4-7-1-10: Längen- und Breitenfehler der Tabelle 'Connoissance des Temps' der Académie Royale des Sciences, 1740. Ausgangsmeridian: *Paris*, 2°20' östlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

4-7-1-11 'Connoissance des Temps', 1750

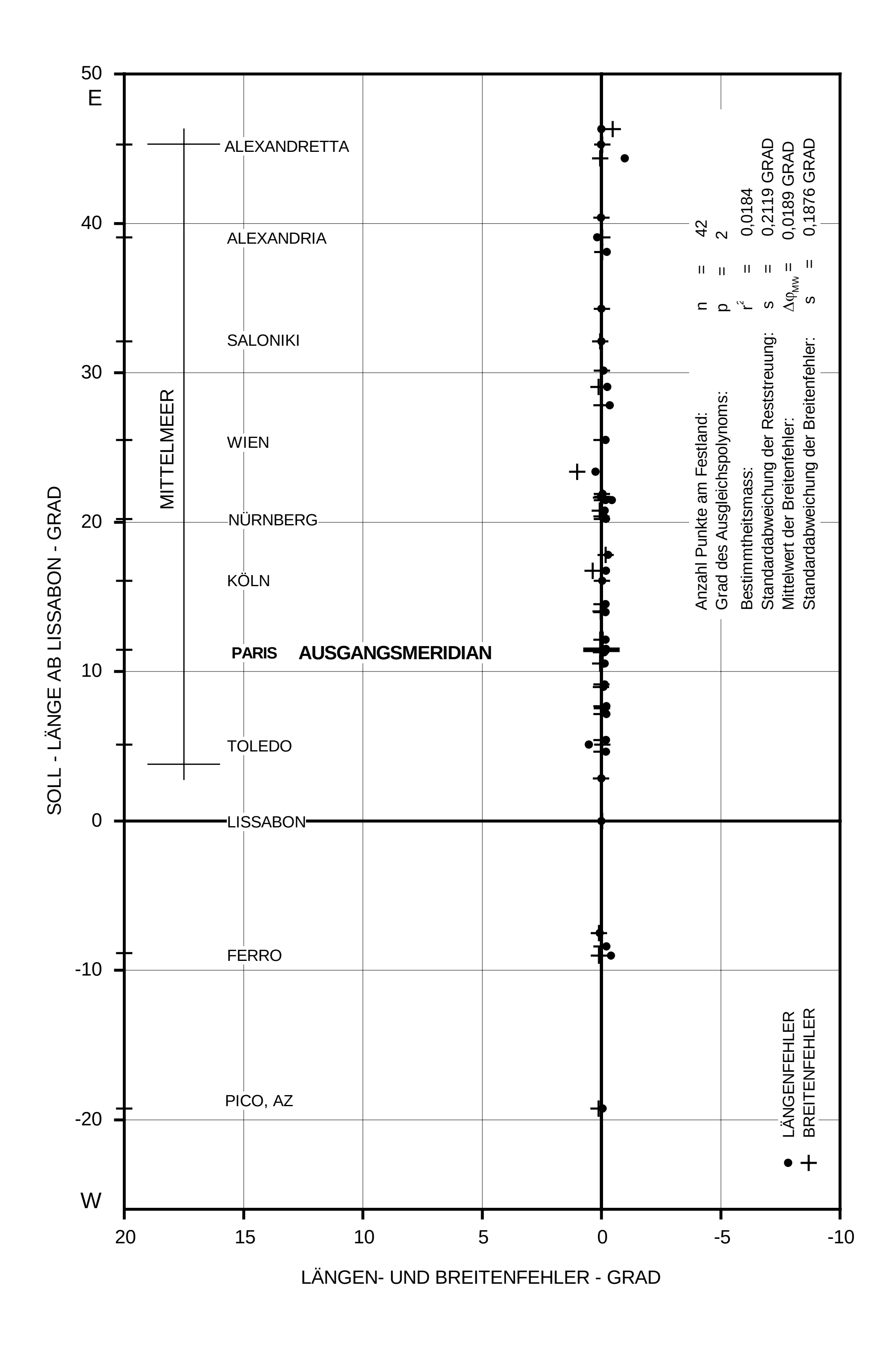


Abb. 4-7-1-11-a: Längen- und Breitenfehler in der Tabelle 'Connoissance des Temps' der Académie Royale des Sciences, 1750. Ausgangsmeridian: *Paris*, 2°20' östlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

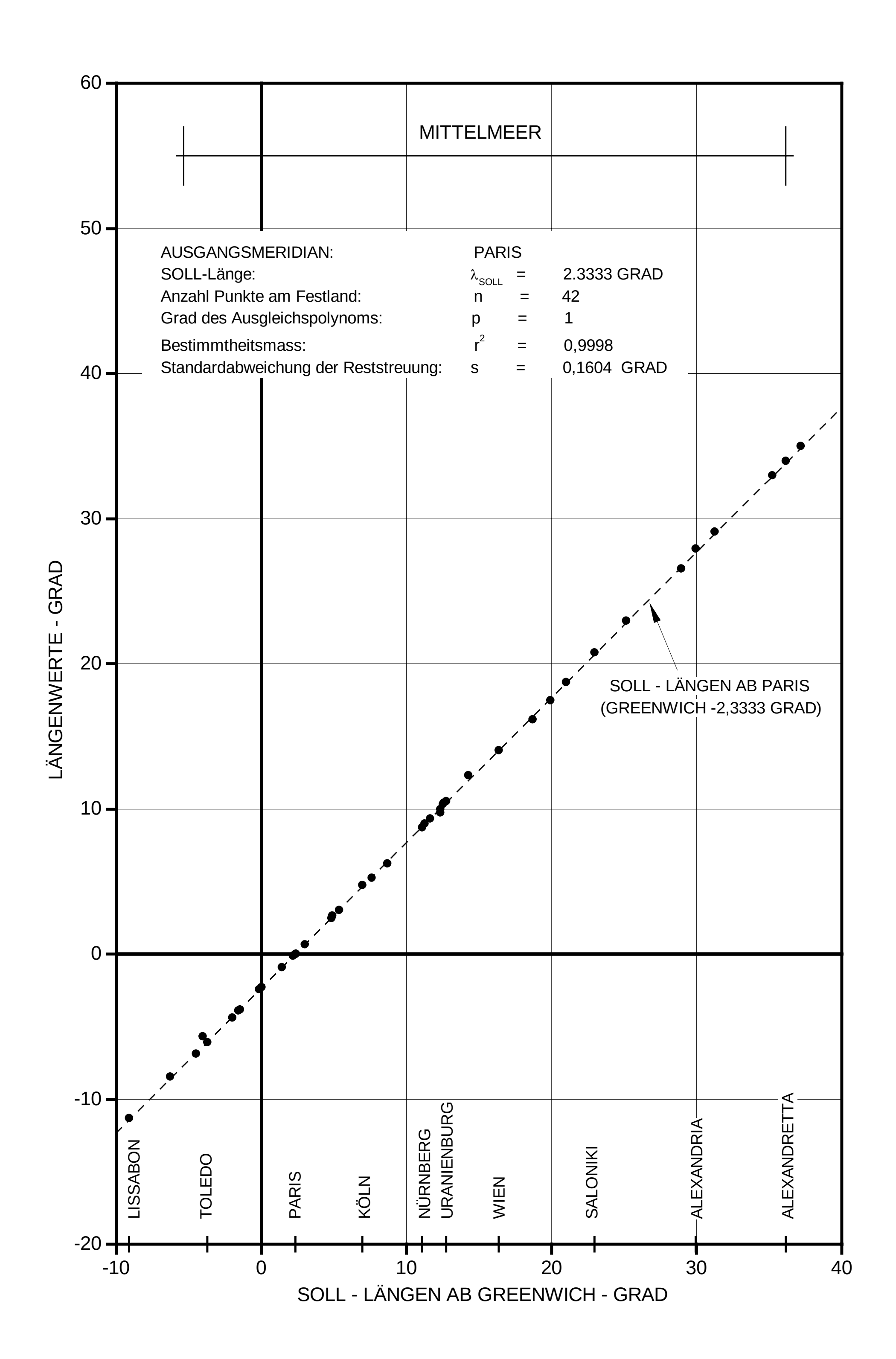


Abb. 4-7-1-11-b: Längenwerte in der Tabelle 'Connoissance des Temps' der Académie Royale des Sciences, 1750 für den Festlandsbereich der Untersuchung. Ausgangsmeridian: *Paris*, 2°20' östlich von *Greenwich*.

		φ_{SOLL}	$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	φ_{IST}	$\lambda_{PARIS/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\varphi$	$\Delta\lambda$
NR	ORTSNAME	SOLL	SOLL	SOLL	TABELLE	TABELLE	TABELLE	TABELLE	TABELLE
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
1	PICO AZ	38,4667	-28,4000	-19,2667	38,5833	-30,5000	-19,2083	0,1167	-0,0583
2	FERRO CAN, W	27,7000	-18,1500	-9,0167	27,7972	-19,9042	-8,6125	0,0972	-0,4042
3	KAP VERDE	14,7167	-17,5500	-8,4167	14,7167	-19,5000	-8,2083	0,0000	-0,2084
4	TENERIFFA CAN, Pico	28,2833	-16,6500	-7,5167	28,3908	-18,8797	-7,5880	0,1075	0,0714
5	LISSABON	38,7333	-9,1333	0,0000	38,7056	-11,2917	0,0000	-0,0278	0,0000
6	CADIZ	36,5333	-6,3000	2,8333	36,5583	-8,4500	2,8417	0,0250	0,0084
7	BREST	48,3833	-4,5000	4,6333	48,3833	-6,8472	4,4445	0,0000	-0,1889
8	TOLEDO	39,8667	-4,0333	5,1000	39,8333	-5,6667	5,6250	-0,0333	0,5250
9	MADRID	40,4167	-3,7167	5,4167	40,4167	-6,0750	5,2167	0,0000	-0,2000
10	ST. MALO	48,6500	-2,0000	7,1333	48,6497	-4,3728	6,9189	-0,0003	-0,2144
11	NANTES	47,2333	-1,5833	7,5500	47,2214	-3,8967	7,3950	-0,0119	-0,1550
12	BAYONNE	43,5000	-1,4667	7,6667	43,4947	-3,8350	7,4567	-0,0053	-0,2100
13	LONDON	51,5000	-0,1667	8,9667	51,5167	-2,4208	8,8709	0,0167	-0,0958
14	GREENWICH	51,4667	0,0000	9,1333	51,4750	-2,2917	9,0000	0,0083	-0,1333
15	TOULOUSE	43,5500	1,4000	10,5333	43,5983	-0,8964	10,3953	0,0483	-0,1380
16	BARCELONA	41,4167	2,1667	11,3000	41,4333	-0,1167	11,1750	0,0167	-0,1250
17	PARIS	48,8667	2,3333	11,4667	48,8361	0,0000	11,2917	-0,0306	-0,1750
18	DÜNKIRCHEN	51,0333	2,3833	11,5167	51,0344	0,0397	11,3314	0,0011	-0,1852
19	NARBONNE	43,1833	3,0000	12,1333	43,1869	0,6692	11,9609	0,0036	-0,1725
20	LYON	45,7667	4,8333	13,9667	45,7642	2,4953	13,7870	-0,0025	-0,1797
21	AMSTERDAM	52,3500	4,9000	14,0333	52,3792	2,6500	13,9417	0,0292	-0,0916
22	MARSEILLE	43,3000	5,3667	14,5000	43,2958	3,0356	14,3273	-0,0042	-0,1727
23	KÖLN	50,9333	6,9500	16,0833	50,9167	4,7500	16,0417	-0,0167	-0,0416
24	BASEL	47,5500	7,6000	16,7333	47,9167	5,2500	16,5417	0,3667	-0,1916
25	FRANKFURT	50,1000	8,6833	17,8167	49,9167	6,2500	17,5417	-0,1833	-0,2750
26	NÜRNBERG	49,4500	11,0833	20,2167	49,4333	8,7333	20,0250	-0,0167	-0,1916
27	FLORENZ	43,7833	11,2500	20,3833	43,7750	8,9917	20,2834	-0,0083	-0,1000
28	FERRARA	44,8333	11,6333	20,7667	44,9000	9,3333	20,6250	0,0667	-0,1416
29	VENEDIG	45,4333	12,3333	21,4667	45,4167	9,7417	21,0334	-0,0167	-0,4333
30	LEIPZIG	51,3333	12,3333	21,4667	51,3206	10,0000	21,2917	-0,0128	-0,1750
31	ROM	41,8833	12,5000	21,6333	41,9000	10,3333	21,6250	0,0167	-0,0083
32	KOPENHAGEN	55,7167	12,5667	21,7000	55,6792	10,4208	21,7125	-0,0375	0,0125
33	URANIENBURG	55,9167	12,7500	21,8833	55,9042	10,5417	21,8334	-0,0125	-0,0500
34	NEAPEL	40,8333	14,2500	23,3833	41,8458	12,3333	23,6250	1,0125	0,2417
35	WIEN	48,2167	16,3667	25,5000	48,2133	14,0417	25,3334	-0,0033	-0,1666
36	DANZIG	54,3667	18,6833	27,8167	54,3667	16,1833	27,4750	0,0000	-0,3416
37	KRAKAU	50,0500	19,9167	29,0450	50,1667	17,5000	28,7917	0,1167	-0,2533
38	WARSCHAU	52,2500	21,0000	30,1333	52,2333	18,7500	30,0417	-0,0167	-0,0916
39	SALONIKI	40,6333	22,9667	32,1000	40,6861	20,8000	32,0917	0,0528	-0,0083
40	CANDIA	35,3333	25,1333	34,2667	35,3125	22,9667	34,2584	-0,0208	-0,0083
41	ISTANBUL	41,0333	28,9500	38,0833	41,0000	26,5583	37,8500	-0,0333	-0,2333
42	ALEXANDRIA	31,2167	29,9167	39,0500	31,1889	27,9417	39,2334	-0,0278	0,1834
43	KAIRO	30,0500	31,2500	40,3833	30,0417	29,1042	40,3959	-0,0083	0,0125
44	JERUSALEM	31,7833	35,2167	44,3500	31,8333	33,0000	44,2917	0,0500	-0,9750
45	ALEXANDRETTA	36,6167	36,1333	45,2667	36,5861	34,0000	45,2917	-0,0306	0,0250
46	ALEPPO	36,2333	37,1667	46,3000	35,7564	35,0000	46,2917	-0,4769	-0,0083

Tab. 4-7-1-11: Längen- und Breitenfehler in der Tabelle 'Connoissance des Temps' der Académie Royale des Sciences, 1750. Ausgangsmeridian: *Paris*, 2°20' östlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

4-7-2 *Jacques Cassini*, Tabellen 1693 und 1723

4-7-2-1 Jacques Cassini, Tabelle, 1693

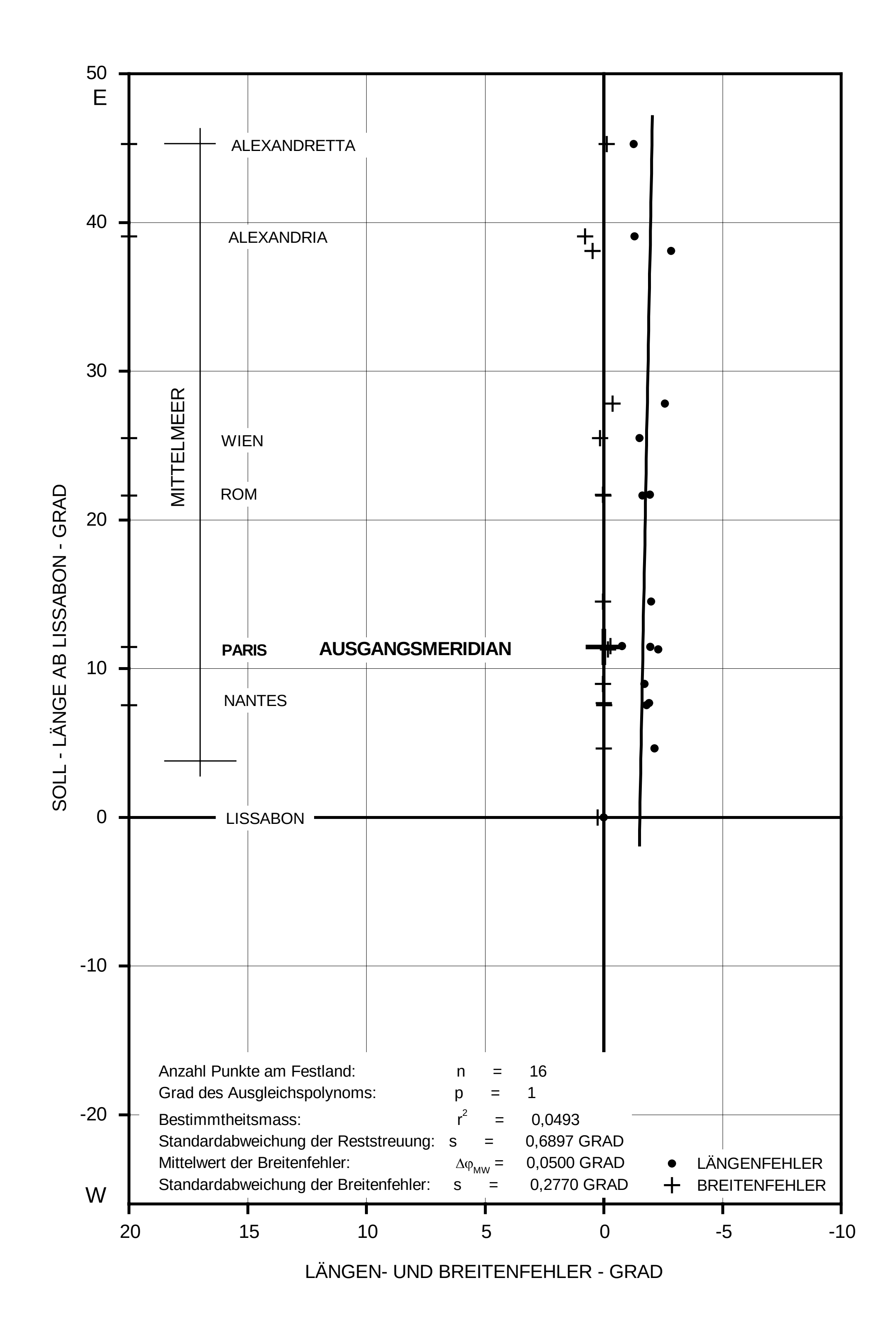


Abb. 4-7-2-1: Längen- und Breitenfehler in den Tabellen von *J. Cassini*, 1693 nach *Chr. Sandler* [Sandler 1905]. Ausgangsmeridian: *Paris*, 2°20' östlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

NR	ORTSNAME	φ_{SOLL} SOLL GRAD	$\lambda_{GR/SOLL}$ SOLL GRAD	$\lambda_{LIS/SOLL}$ SOLL GRAD	φ_{IST} TABELLE GRAD	$\lambda_{PARIS/IST}$ TABELLE GRAD	$\lambda_{LIS/IST}$ TABELLE GRAD	$\Delta\varphi$ TABELLE GRAD	$\Delta\lambda$ TABELLE GRAD
1	LISSABON	38,7333	-9,1333	0,0000	39,0000	-9,5000	0,0000	0,2667	0,0000
2	BREST	48,3833	-4,5000	4,6333	48,3833	-7,0000	2,5000	0,0000	-2,1333
3	NANTES	47,2333	-1,5833	7,5500	47,2167	-3,7500	5,7500	-0,0167	-1,8000
4	BAYONNE	43,5000	-1,4667	7,6667	43,5000	-3,7500	5,7500	0,0000	-1,9167
5	LONDON	51,5000	-0,1667	8,9667	51,5333	-2,2500	7,2500	0,0333	-1,7167
6	BARCELONA	41,4167	2,1667	11,3000	41,2333	-0,5000	9,0000	-0,1833	-2,3000
7	PARIS	48,8667	2,3333	11,4667	48,8500	0,0000	9,5000	-0,0167	-1,9667
8	DÜNKIRCHEN	51,0333	2,3833	11,5167	50,7500	1,2500	10,7500	-0,2833	-0,7667
9	MARSEILLE	43,3000	5,3667	14,5000	43,3333	3,0000	12,5000	0,0333	-2,0000
10	ROM	41,8833	12,5000	21,6333	41,9000	10,5000	20,0000	0,0167	-1,6333
11	KOPENHAGEN	55,7167	12,5667	21,7000	55,7500	10,2500	19,7500	0,0333	-1,9500
12	WIEN	48,2167	16,3667	25,5000	48,3667	14,5000	24,0000	0,1500	-1,5000
13	DANZIG	54,3667	18,6833	27,8167	54,0000	15,7500	25,2500	-0,3667	-2,5667
14	ISTANBUL	41,0333	28,9500	38,0833	41,5000	25,7500	35,2500	0,4667	-2,8333
15	ALEXANDRIA	31,2167	29,9167	39,0500	32,0000	28,2500	37,7500	0,7833	-1,3000
16	ALEXANDRETTA	36,6167	36,1333	45,2667	36,5000	34,5000	44,0000	-0,1167	-1,2667

Tab. 4-7-2-1: Längen- und Breitenfehler in der Tabelle von *J. Cassini* 1693 nach *Chr. Sandler* [Sandler 1905]. Ausgangsmeridian: *Paris*, 2°20' östlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

4-7-2-2 Jacques Cassini, Tabelle, 1723

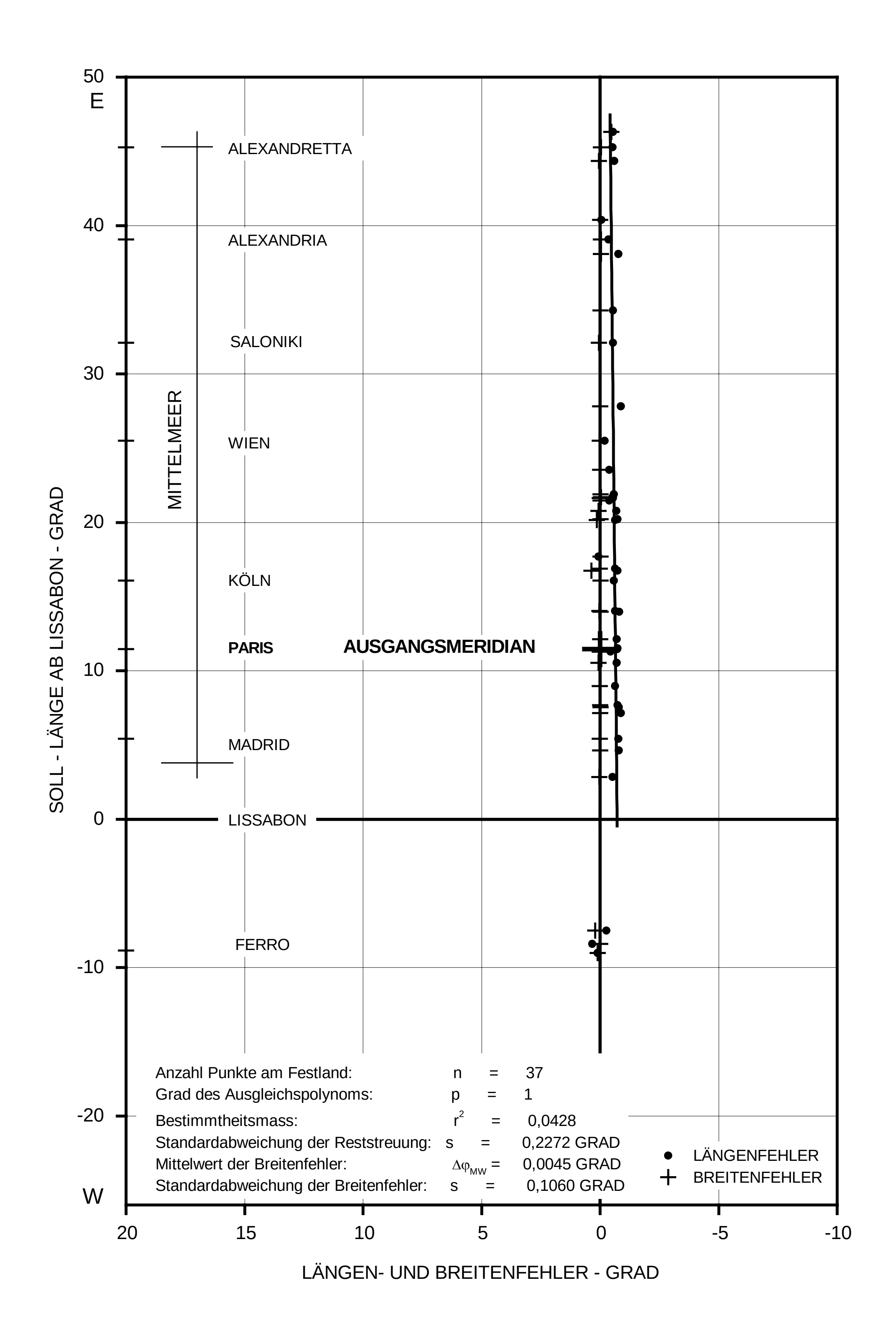


Abb. 4-7-2-2-a: Längen- und Breitenfehler in den 'Tables Astronomiques' von *J. Cassini*, 1723, gedruckt 1740. Ausgangsmeridian: 'l'Observatoire Royal de *Paris*', 2°20' östlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

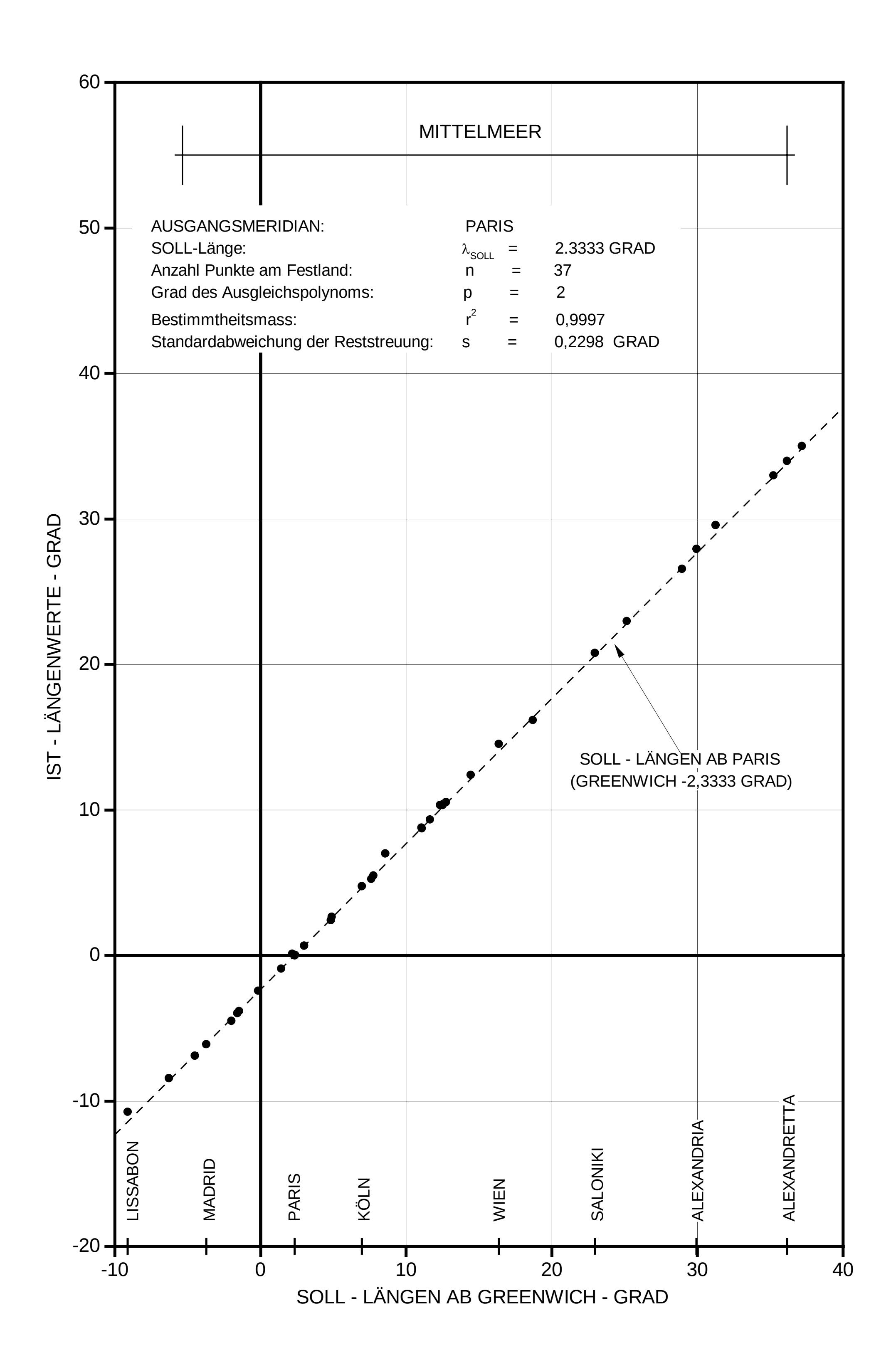


Abb. 4-7-2-2-b: Längenwerte in den 'Tables Astronomiques' von *J. Cassini*, 1723, gedruckt 1740. Ausgangsmeridian: 'l'Observatoire Royal de *Paris*', 2°20' östlich von *Greenwich*.

		φ_{SOLL}	$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	φ_{IST}	$\lambda_{PARIS/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\varphi$	$\Delta\lambda$
NR	ORTSNAME	SOLL	SOLL	SOLL	TABELLE	TABELLE	TABELLE	TABELLE	TABELLE
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
1	FERRO KA, W	27,7000	-18,1500	-9,0167	27,8000	-19,8667	-9,1167	0,1000	0,1000
2	KAP VERDE	14,7167	-17,5500	-8,4167	14,7167	-19,5000	-8,7500	0,0000	0,3333
3	TENERIFFA KA, Pico	28,2833	-16,6500	-7,5167	28,5000	-18,0000	-7,2500	0,2167	-0,2667
4	LISSABON	38,7333	-9,1333	0,0000	38,7500	-10,7500	0,0000	0,0167	0,0000
5	CADIZ	36,5333	-6,3000	2,8333	36,5667	-8,4500	2,3000	0,0333	-0,5333
6	BREST	48,3833	-4,5000	4,6333	48,3833	-6,9000	3,8500	0,0000	-0,7833
7	MADRID	40,4167	-3,7167	5,4167	40,4333	-6,1000	4,6500	0,0167	-0,7667
8	ST. MALO	48,6500	-2,0000	7,1333	48,6500	-4,5000	6,2500	0,0000	-0,8833
9	NANTES	47,2333	-1,5833	7,5500	47,2167	-3,9833	6,7667	-0,0167	-0,7833
10	BAYONNE	43,5000	-1,4667	7,6667	43,5000	-3,8167	6,9333	0,0000	-0,7333
11	LONDON	51,5000	-0,1667	8,9667	51,5167	-2,4167	8,3333	0,0167	-0,6333
12	TOULOUSE	43,5500	1,4000	10,5333	43,6167	-0,9167	9,8333	0,0667	-0,7000
13	BARCELONA	41,4167	2,1667	11,3000	41,4333	0,1167	10,8667	0,0167	-0,4333
14	PARIS	48,8667	2,3333	11,4667	48,8333	0,0000	10,7500	-0,0333	-0,7167
15	DÜNKIRCHEN	51,0333	2,3833	11,5167	51,0500	0,0333	10,7833	0,0167	-0,7333
16	NARBONNE	43,1833	3,0000	12,1333	43,1833	0,6833	11,4333	0,0000	-0,7000
17	LYON	45,7667	4,8333	13,9667	45,7500	2,4167	13,1667	-0,0167	-0,8000
18	AMSTERDAM	52,3500	4,9000	14,0333	52,3833	2,6500	13,4000	0,0333	-0,6333
19	KÖLN	50,9333	6,9500	16,0833	50,9167	4,7500	15,5000	-0,0167	-0,5833
20	BASEL	47,5500	7,6000	16,7333	47,9167	5,2500	16,0000	0,3667	-0,7333
21	STRASSBURG	48,5833	7,7500	16,8833	48,6000	5,5000	16,2500	0,0167	-0,6333
22	ZÜRICH	47,3833	8,5500	17,6833	47,3667	7,0000	17,7500	-0,0167	0,0667
23	ERFURT	50,9667	11,0333	20,1667	51,1000	8,7833	19,5333	0,1333	-0,6333
24	NÜRNBERG	49,4500	11,0833	20,2167	49,4333	8,7333	19,4833	-0,0167	-0,7333
25	FERRARA	44,8333	11,6333	20,7667	44,9000	9,3333	20,0833	0,0667	-0,6833
26	VENEDIG	45,4333	12,3333	21,4667	45,4167	10,3333	21,0833	-0,0167	-0,3833
27	ROM	41,8833	12,5000	21,6333	41,9000	10,3333	21,0833	0,0167	-0,5500
28	KOPENHAGEN	55,7167	12,5667	21,7000	55,6833	10,4167	21,1667	-0,0333	-0,5333
29	URANIENBURG	55,9167	12,7500	21,8833	55,9000	10,5500	21,3000	-0,0167	-0,5833
30	PRAG	50,0833	14,4167	23,5500	50,0833	12,4167	23,1667	0,0000	-0,3833
31	WIEN	48,2167	16,3667	25,5000	48,2333	14,5500	25,3000	0,0167	-0,2000
32	DANZIG	54,3667	18,6833	27,8167	54,3667	16,1833	26,9333	0,0000	-0,8833
33	SALONIKI	40,6333	22,9667	32,1000	40,6833	20,8000	31,5500	0,0500	-0,5500
34	CANDIA	35,3333	25,1333	34,2667	35,3167	22,9667	33,7167	-0,0167	-0,5500
35	ISTANBUL	41,0333	28,9500	38,0833	41,0000	26,5667	37,3167	-0,0333	-0,7667
36	ALEXANDRIA	31,2167	29,9167	39,0500	31,1889	27,9417	38,6917	-0,0278	-0,3583
37	KAIRO	30,0500	31,2500	40,3833	30,0500	29,5833	40,3333	0,0000	-0,0500
38	JERUSALEM	31,7833	35,2167	44,3500	31,8333	33,0000	43,7500	0,0500	-0,6000
39	ALEXANDRETTA	36,6167	36,1333	45,2667	36,5861	34,0000	44,7500	-0,0306	-0,5167
40	ALEPPO	36,2333	37,1667	46,3000	35,7564	35,0000	45,7500	-0,4769	-0,5500

Tab. 4-7-2-2: Längen- und Breitenfehler in den ‹Table Premiere de la Difference des Meridiens entre l'Observatoire Royal de *Paris*›, von *J. Cassini*, 1723. Ausgangsmeridian: *Paris*, 2°20' östlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

4-7-3 *P. Philippe de La Hire,* Tabellen 1701 und 1727

4-7-3-1 P. Philippe de La Hire, Tabelle, 1701

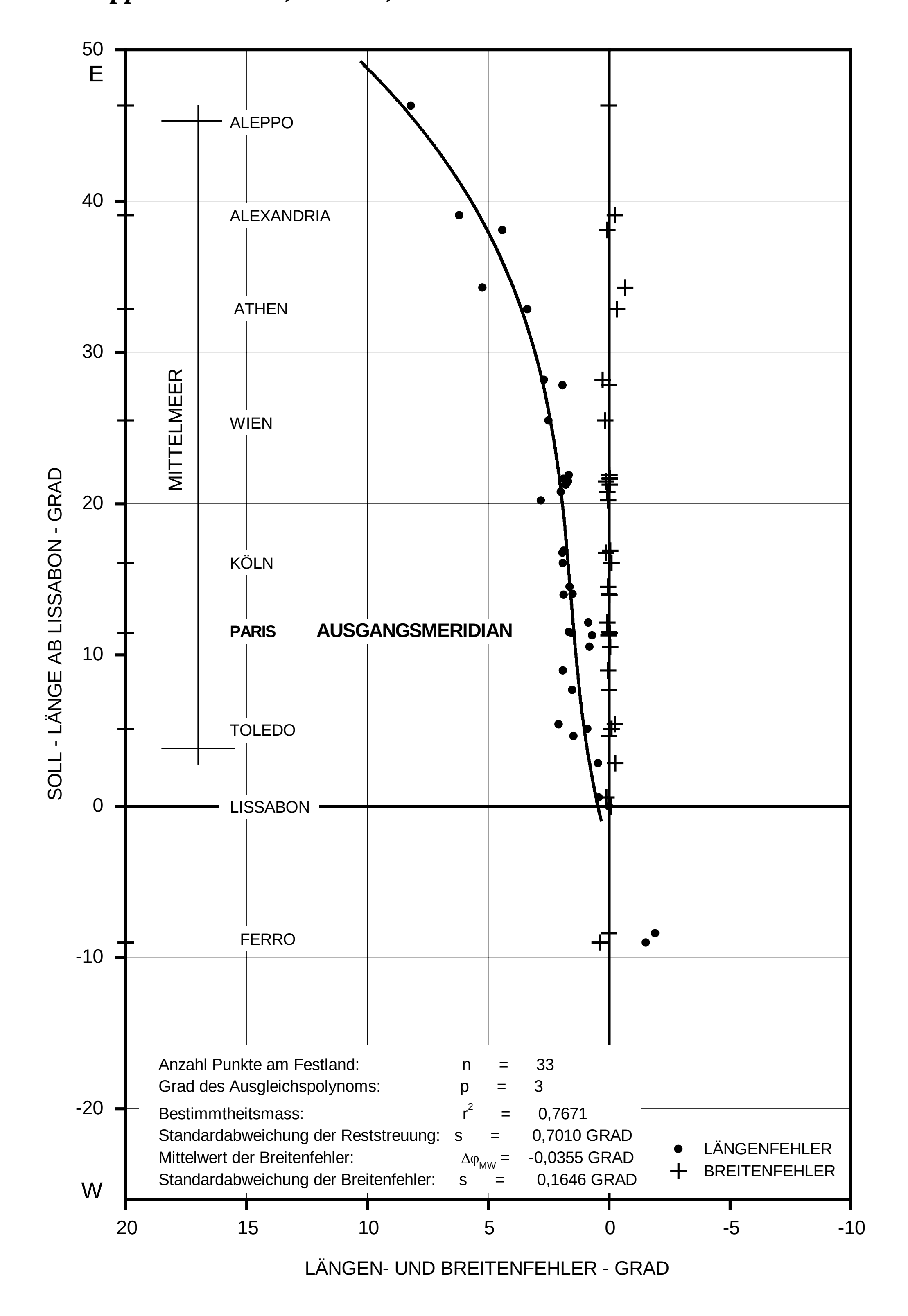


Abb. 4-7-3-1-a: Längen- und Breitenfehler der 'Regiæ Scientiarum Academiæ | Ephemerides' von *Philippe de La Hire*, 1701. Ausgangsmeridian: *Paris* 2°20' östlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

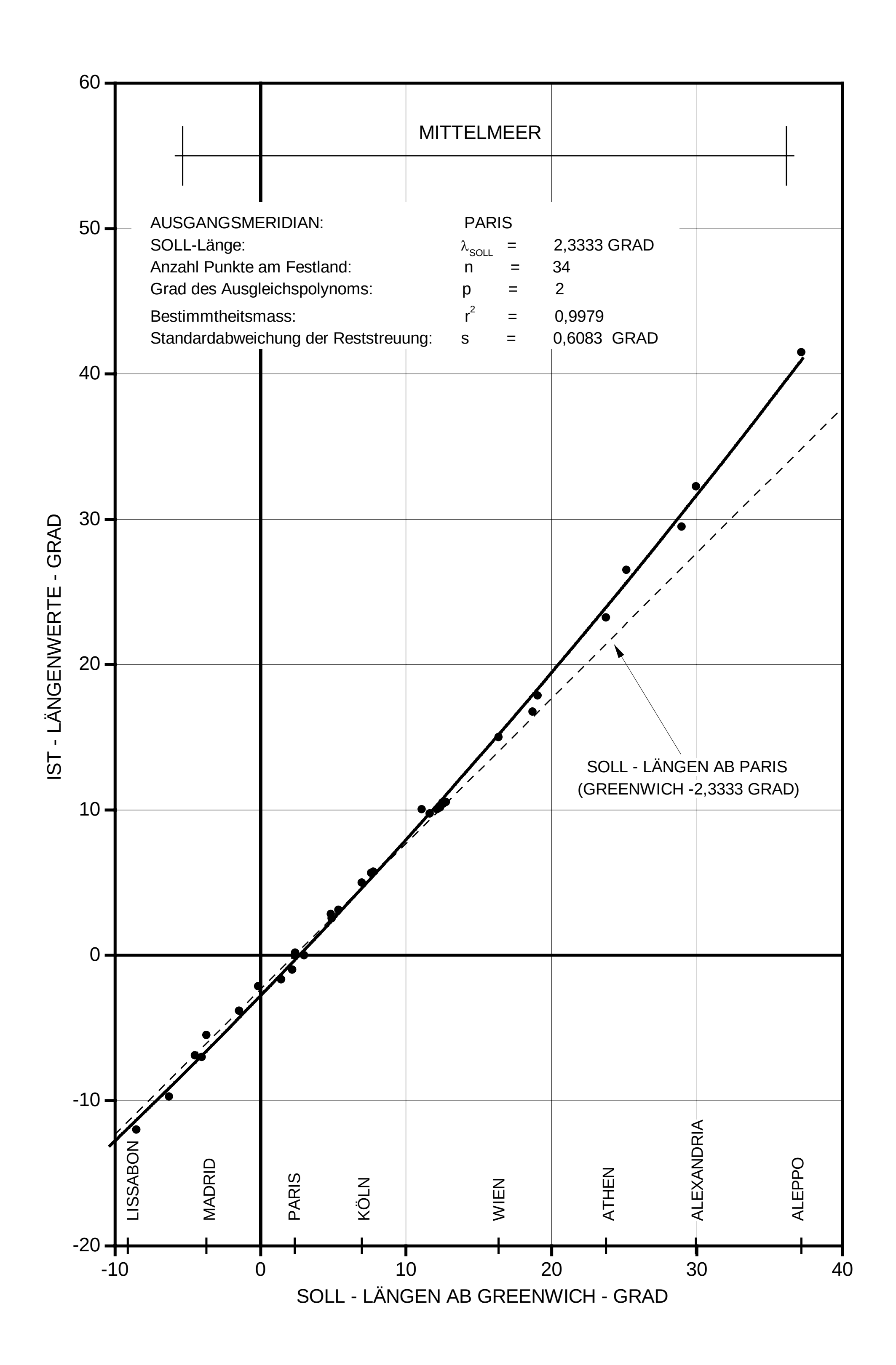


Abb. 4-7-3-1-b: Längenwerte der 'Regiæ Scientiarum Academiæ | Ephemerides' von *Philippe de La Hire,* 1701 für den Festlandsbereich der Untersuchung. Ausgangsmeridian: *Paris* 2°20' östlich von *Greenwich*.

NR	ORTSNAME	φ_{SOLL}	$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	φ_{IST}	$\lambda_{PARIS/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\varphi$	$\Delta\lambda$
		SOLL	SOLL	SOLL	TABELLE	TABELLE	TABELLE	TABELLE	TABELLE
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
1	FERRO KA	27,7000	-18,1500	-9,0167	28,0833	-20,5000	-7,5000	0,3833	-1,5167
2	KAP VERDE	14,7167	-17,5500	-8,4167	14,7167	-19,5000	-6,5000	0,0000	-1,9167
3	LISSABON	38,7333	-9,1333	0,0000	38,6667	-13,0000	0,0000	-0,0667	0,0000
4	SANTIAGO DE COMP.	42,8667	-8,5500	0,5833	42,9667	-12,0000	1,0000	0,1000	0,4167
5	CADIZ	36,5333	-6,3000	2,8333	36,2667	-9,7083	3,2917	-0,2667	0,4584
6	BREST	48,3833	-4,5000	4,6333	48,3806	-6,9000	6,1000	-0,0028	1,4667
7	TOLEDO	39,8667	-4,0333	5,1000	39,7667	-7,0000	6,0000	-0,1000	0,9000
8	MADRID	40,4167	-3,7167	5,4167	40,1667	-5,5000	7,5000	-0,2500	2,0833
9	BAYONNE	43,5000	-1,4667	7,6667	43,4931	-3,8125	9,1875	-0,0069	1,5208
10	LONDON/GREENWICH	51,5000	-0,1667	8,9667	51,5333	-2,1250	10,8750	0,0333	1,9083
11	TOULOUSE	43,5500	1,4000	10,5333	43,5000	-1,6667	11,3333	-0,0500	0,8000
12	BARCELONA	41,4167	2,1667	11,3000	41,4333	-1,0000	12,0000	0,0167	0,7000
13	PARIS	48,8667	2,3333	11,4667	48,8333	0,0000	13,0000	-0,0333	1,5333
14	DÜNKIRCHEN	51,0333	2,3833	11,5167	51,0250	0,1875	13,1875	-0,0083	1,6708
15	NARBONNE	43,1833	3,0000	12,1333	43,2583	0,0000	13,0000	0,0750	0,8667
16	LYON	45,7667	4,8333	13,9667	45,7556	2,8333	15,8333	-0,0111	1,8667
17	AMSTERDAM	52,3500	4,9000	14,0333	52,3583	2,5417	15,5417	0,0083	1,5084
18	MARSEILLE	43,3000	5,3667	14,5000	43,3292	3,1250	16,1250	0,0292	1,6250
19	KÖLN	50,9333	6,9500	16,0833	50,8333	5,0000	18,0000	-0,1000	1,9167
20	BASEL	47,5500	7,6000	16,7333	47,6667	5,6666	18,6666	0,1167	1,9333
21	STRASSBURG	48,5833	7,7500	16,8833	48,5333	5,7500	18,7500	-0,0500	1,8667
22	NÜRNBERG	49,4500	11,0833	20,2167	49,4917	10,0417	23,0417	0,0417	2,8250
23	FERRARA	44,8333	11,6333	20,7667	44,9042	9,7625	22,7625	0,0708	1,9958
24	REGENSBURG	49,0167	12,1167	21,2500	48,9833	10,0333	23,0333	-0,0333	1,7833
25	VENEDIG	45,4333	12,3333	21,4667	45,5500	10,1667	23,1667	0,1167	1,7000
26	ROM	41,8833	12,5000	21,6333	41,8500	10,5000	23,5000	-0,0333	1,8667
27	KOPENHAGEN	55,7167	12,5667	21,7000	55,6764	10,4208	23,4208	-0,0403	1,7208
28	URANIENBURG	55,9167	12,7500	21,8833	55,9014	10,5417	23,5417	-0,0153	1,6584
29	WIEN	48,2167	16,3667	25,5000	48,3667	15,0000	28,0000	0,1500	2,5000
30	DANZIG	54,3667	18,6833	27,8167	54,3694	16,7500	29,7500	0,0028	1,9333
31	BUDAPEST	47,5000	19,0500	28,1833	47,7667	17,8750	30,8750	0,2667	2,6917
32	ATHEN	38,0000	23,7333	32,8667	37,6667	23,2500	36,2500	-0,3333	3,3833
33	CANDIA, Iraklion, Kreta	35,3333	25,1333	34,2667	34,6667	26,5000	39,5000	-0,6667	5,2333
34	ISTANBUL	41,0333	28,9500	38,0833	41,1000	29,5000	42,5000	0,0667	4,4167
35	ALEXANDRIA	31,2167	29,9167	39,0500	30,9667	32,2500	45,2500	-0,2500	6,2000
36	ALEPPO	36,2333	37,1667	46,3000	36,2500	41,5000	54,5000	0,0167	8,2000

Tab. 4-7-3-1: Längen- und Breitenfehler der 'Regiæ Scientiarum Academiæ | Ephemerides' von *Philippe de La Hire*, 1701. Ausgangsmeridian: *Paris* 2°20' östlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

4-7-3-2 P. Philippe de La Hire, Tabelle, 1727

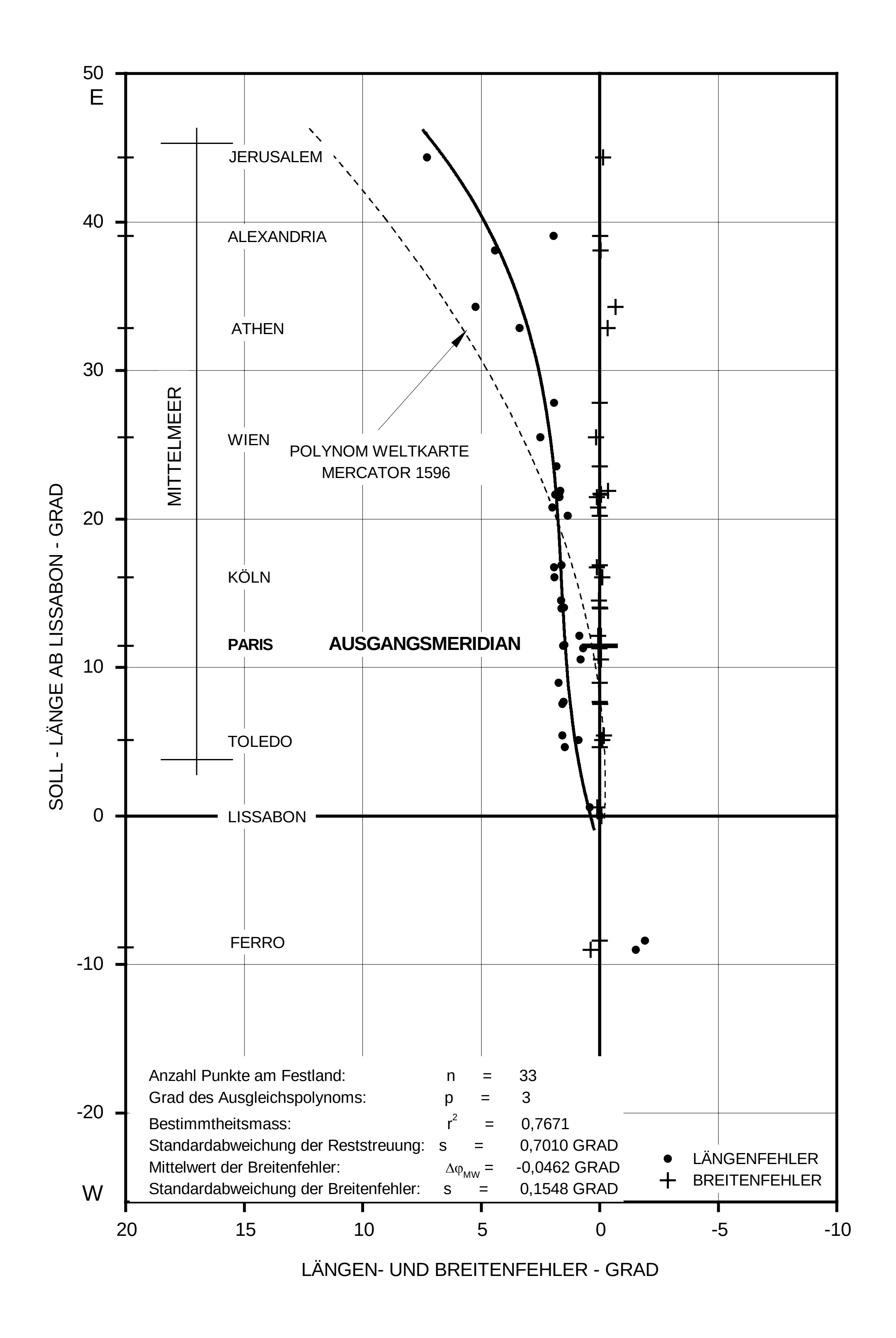


Abb. 4-7-3-2-a: Längen- und Breitenfehler des ‹Catalogus locorum insigniorum› in den. 'Tabulæ Astronomicæ Ludovici Magni', von *Philippe de La Hire*, 2. Auflage, 1727. Ausgangsmeridian: *Paris* 2°20' östlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

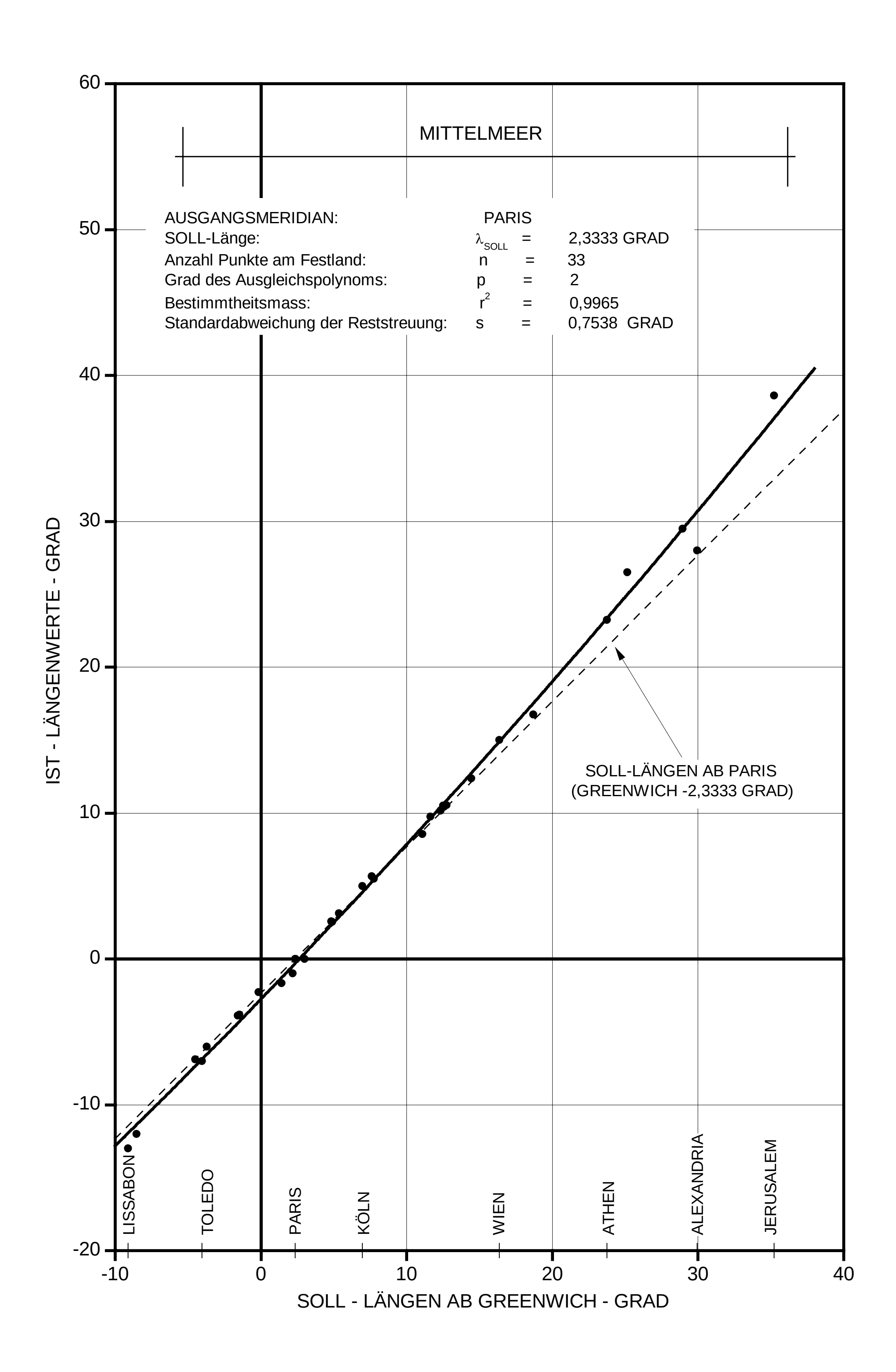


Abb. 4-7-3-2-b: Längenwerte des ‹Catalogus locorum insigniorum› in den. 'Tabulæ Astronomicæ Ludovici Magni', von *Philippe de La Hire*, 2. Auflage, 1727, für den Festlandsbereich der Untersuchung. Ausgangsmeridian: *Paris* 2°20' östlich von *Greenwich*.

NR	ORTSNAME	φ_{SOLL} SOLL GRAD	$\lambda_{GR/SOLL}$ SOLL GRAD	$\lambda_{LIS/SOLL}$ SOLL GRAD	φ_{IST} TABELLE GRAD	$\lambda_{PARIS/IST}$ TABELLE GRAD	$\lambda_{LIS/IST}$ TABELLE GRAD	$\Delta\varphi$ TABELLE GRAD	$\Delta\lambda$ TABELLE GRAD
1	FERRO KA	27,7000	-18,1500	-9,0167	28,0833	-20,5000	-7,5000	0,3833	-1,5167
2	KAP VERDE	14,7167	-17,5500	-8,4167	14,7167	-19,5000	-6,5000	0,0000	-1,9167
3	LISSABON	38,7333	-9,1333	0,0000	38,6667	-13,0000	0,0000	-0,0667	0,0000
4	SANTIAGO DE COMP.	42,8667	-8,5500	0,5833	42,9667	-12,0000	1,0000	0,1000	0,4167
5	BREST	48,3833	-4,5000	4,6333	48,3806	-6,9000	6,1000	-0,0028	1,4667
6	TOLEDO	39,8667	-4,0333	5,1000	39,7667	-7,0000	6,0000	-0,1000	0,9000
7	MADRID	40,4167	-3,7167	5,4167	40,2333	-6,0000	7,0000	-0,1833	1,5833
8	NANTES	47,2333	-1,5833	7,5500	47,2167	-3,8750	9,1250	-0,0167	1,5750
9	BAYONNE	43,5000	-1,4667	7,6667	43,4931	-3,8125	9,1875	-0,0069	1,5208
10	LONDON	51,5000	-0,1667	8,9667	51,4917	-2,2917	10,7083	-0,0083	1,7417
11	TOULOUSE	43,5500	1,4000	10,5333	43,5000	-1,6667	11,3333	-0,0500	0,8000
12	BARCELONA	41,4167	2,1667	11,3000	41,4333	-1,0000	12,0000	0,0167	0,7000
13	PARIS	48,8667	2,3333	11,4667	48,8333	0,0000	13,0000	-0,0333	1,5333
14	DÜNKIRCHEN	51,0333	2,3833	11,5167	51,0250	0,0125	13,0125	-0,0083	1,4958
15	NARBONNE	43,1833	3,0000	12,1333	43,2583	0,0000	13,0000	0,0750	0,8667
16	LYON	45,7667	4,8333	13,9667	45,7556	2,5750	15,5750	-0,0111	1,6083
17	AMSTERDAM	52,3500	4,9000	14,0333	52,3583	2,5417	15,5417	0,0083	1,5083
18	MARSEILLE	43,3000	5,3667	14,5000	43,3292	3,1250	16,1250	0,0292	1,6250
19	KÖLN	50,9333	6,9500	16,0833	50,8333	5,0000	18,0000	-0,1000	1,9167
20	BASEL	47,5500	7,6000	16,7333	47,6667	5,6667	18,6667	0,1167	1,9333
21	STRASSBURG	48,5833	7,7500	16,8833	48,5917	5,5000	18,5000	0,0083	1,6167
22	NÜRNBERG	49,4500	11,0833	20,2167	49,4556	8,5625	21,5625	0,0056	1,3458
23	FERRARA	44,8333	11,6333	20,7667	44,9042	9,7625	22,7625	0,0708	1,9958
24	VENEDIG	45,4333	12,3333	21,4667	45,5500	10,1667	23,1667	0,1167	1,7000
25	ROM	41,8833	12,5000	21,6333	41,8333	10,5000	23,5000	-0,0500	1,8667
26	KOPENHAGEN	55,7167	12,5667	21,7000	55,6764	10,4208	23,4208	-0,0403	1,7208
27	URANIENBURG	55,9167	12,7500	21,8833	55,5681	10,5417	23,5417	-0,3486	1,6583
28	PRAG	50,0833	14,4167	23,5500	50,0750	12,3750	25,3750	-0,0083	1,8250
29	WIEN	48,2167	16,3667	25,5000	48,3667	15,0000	28,0000	0,1500	2,5000
30	DANZIG	54,3667	18,6833	27,8167	54,3722	16,7500	29,7500	0,0056	1,9333
31	ATHEN	38,0000	23,7333	32,8667	37,6667	23,2500	36,2500	-0,3333	3,3833
32	CANDIA *	35,3333	25,1333	34,2667	34,6667	26,5000	39,5000	-0,6667	5,2333
33	ISTANBUL *	41,0333	28,9500	38,0833	41,0000	29,5000	42,5000	-0,0333	4,4167
34	ALEXANDRIA *	31,2167	29,9167	39,0500	31,2000	28,0000	41,0000	-0,0167	1,9500
35	JERUSALEM	31,7833	35,2167	44,3500	31,6417	38,6333	51,6333	-0,1417	7,2833

* Werte überprüft

Tab. 4-7-3-2: Längen- und Breitenfehler des ‹Catalogus locorum insigniorum› in den. 'Tabulæ Astronomicæ Ludovici Magni', von *Philippe de La Hire*, 2. Auflage, 1727. Ausgangsmeridian: *Paris* 2°20' östlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Paris*.

4-7-4 *Guillaume Delisle*, Einzelkarten und Atlas, 1700-1730

4-7-4-1 Guillaume Delisle, Hemisphärenkarte, 1714

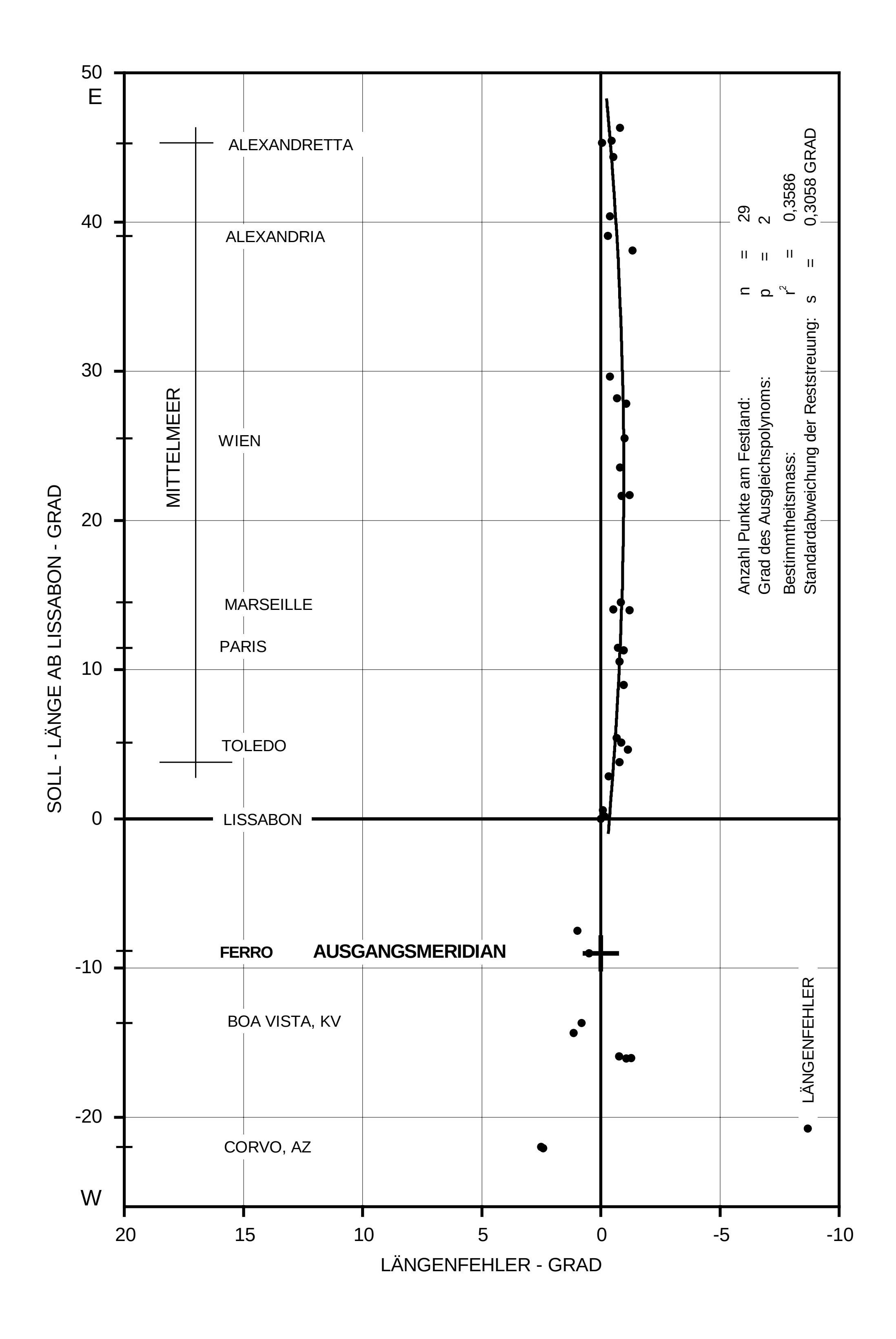


Abb. 4-7-4-1-a: Längenfehler der Karte <Hemisphere Septentrional> von *Guillaume Delisle,* 1714. Ausgangsmeridian: Westspitze von *Ferro* (verdeckter Meridian von *Paris*), 18°09' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

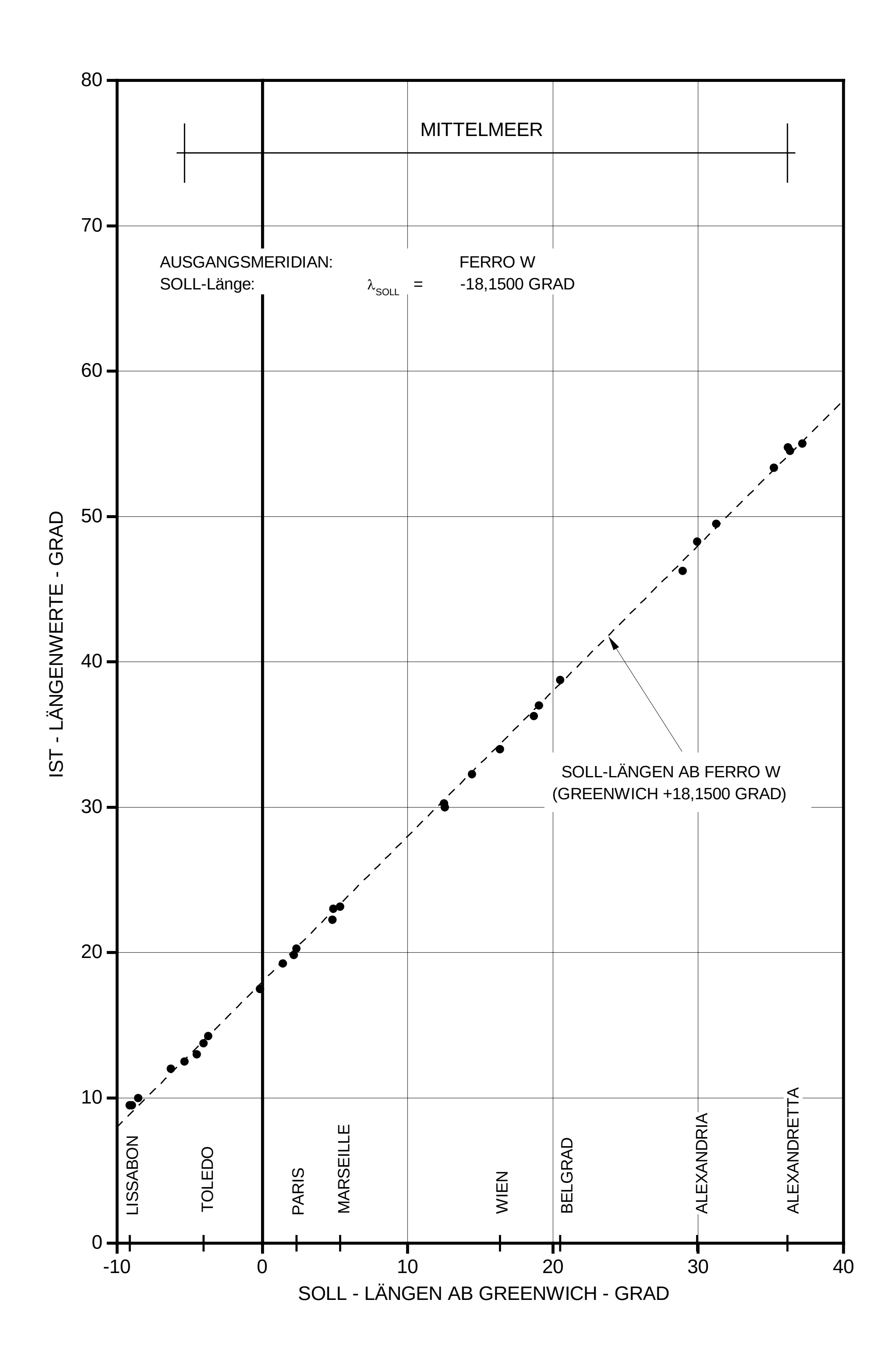


Abb. 4-7-4-1-b: Längenwerte der Karte <Hemisphere Septentrional> von *Guillaume Delisle* 1714, für den Festlandsbereich der Untersuchung. Ausgangsmeridian: Westspitze von *Ferro* (verdeckter Meridian von *Paris*), 18°09' westlich von *Greenwich*.

		φ_{SOLL}	$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	φ_{IST}	$\lambda_{FERRO/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\varphi$	$\Delta\lambda$
NR	ORTSNAME	SOLL	SOLL	SOLL	WK	WK	WK	WK	WK
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
1	FLORES AZ		-31,2167	-22,0833		-15,0000	-24,5000		2,4167
2	CORVO AZ		-31,1333	-22,0000		-15,0000	-24,5000		2,5000
3	S. MIGUEL AZ, E		-25,1667	-16,0333		-5,2500	-14,7500		-1,2833
4	SAN ANTONIO KV		-25,0667	-15,9333		-5,6667	-15,1667		-0,7667
5	SANTA MARIA AZ		-25,2000	-16,0667		-5,5000	-15,0000		-1,0667
6	SANTIAGO KV		-23,5000	-14,3667		-6,0000	-15,5000		1,1333
7	BOA VISTA KV		-22,8333	-13,7000		-5,0000	-14,5000		0,8000
8	FERRO KA, W		-18,1500	-9,0167		0,0000	-9,5000		0,4833
9	TENERIFFA KA		-16,6500	-7,5167		1,0000	-8,5000		0,9833
10	LISSABON		-9,1333	0,0000		9,5000	0,0000		0,0000
11	KAP ST. VINCENT		-8,9833	0,1500		9,5000	0,0000		-0,1500
12	SANTIAGO DE COMP.		-8,5500	0,5833		10,0000	0,5000		-0,0833
13	CADIZ		-6,3000	2,8333		12,0000	2,5000		-0,3333
14	GIBRALTAR *		-5,3500	3,7833		12,5000	3,0000		-0,7833
15	BREST		-4,5000	4,6333		13,0000	3,5000		-1,1333
16	TOLEDO		-4,0333	5,1000		13,7500	4,2500		-0,8500
17	MADRID		-3,7167	5,4167		14,2500	4,7500		-0,6667
18	LONDON		-0,1667	8,9667		17,5000	8,0000		-0,9667
19	TOULOUSE		1,4000	10,5333		19,2500	9,7500		-0,7833
20	BARCELONA		2,1667	11,3000		19,8333	10,3333		-0,9667
21	PARIS		2,3333	11,4667		20,2500	10,7500		-0,7167
22	LYON		4,8333	13,9667		22,2500	12,7500		-1,2167
23	AMSTERDAM		4,9000	14,0333		23,0000	13,5000		-0,5333
24	MARSEILLE		5,3667	14,5000		23,1667	13,6667		-0,8333
25	ROM		12,5000	21,6333		30,2500	20,7500		-0,8833
26	KOPENHAGEN		12,5667	21,7000		30,0000	20,5000		-1,2000
27	PRAG		14,4167	23,5500		32,2500	22,7500		-0,8000
28	WIEN		16,3667	25,5000		34,0000	24,5000		-1,0000
29	DANZIG		18,6833	27,8167		36,2500	26,7500		-1,0667
30	BUDAPEST		19,0500	28,1833		37,0000	27,5000		-0,6833
31	BELGRAD		20,5000	29,6333		38,7500	29,2500		-0,3833
32	ISTANBUL		28,9500	38,0833		46,2500	36,7500		-1,3333
33	ALEXANDRIA		29,9167	39,0500		48,2500	38,7500		-0,3000
34	KAIRO		31,2500	40,3833		49,5000	40,0000		-0,3833
35	JERUSALEM		35,2167	44,3500		53,3333	43,8333		-0,5167
36	ALEXANDRETTA		36,1667	45,3000		54,7500	45,2500		-0,0500
37	DAMASKUS		36,3167	45,4500		54,5000	45,0000		-0,4500
38	ALEPPO		37,1667	46,3000		55,0000	45,5000		-0,8000

* Gibraltar in Karte nicht eingetragen doch einwandfrei zu bestimmen

Tab. 4-7-4-1: Längenfehler der Karte <Hemisphere Septentrional> von *Guillaume Delisle*, 1714. Ausgangsmeridian: Westspitze von *Ferro* (verdeckter Meridian von *Paris*), 18°09' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

4-7-4-2 Guillaume Delisle, Amerikakarte, 1722/1763

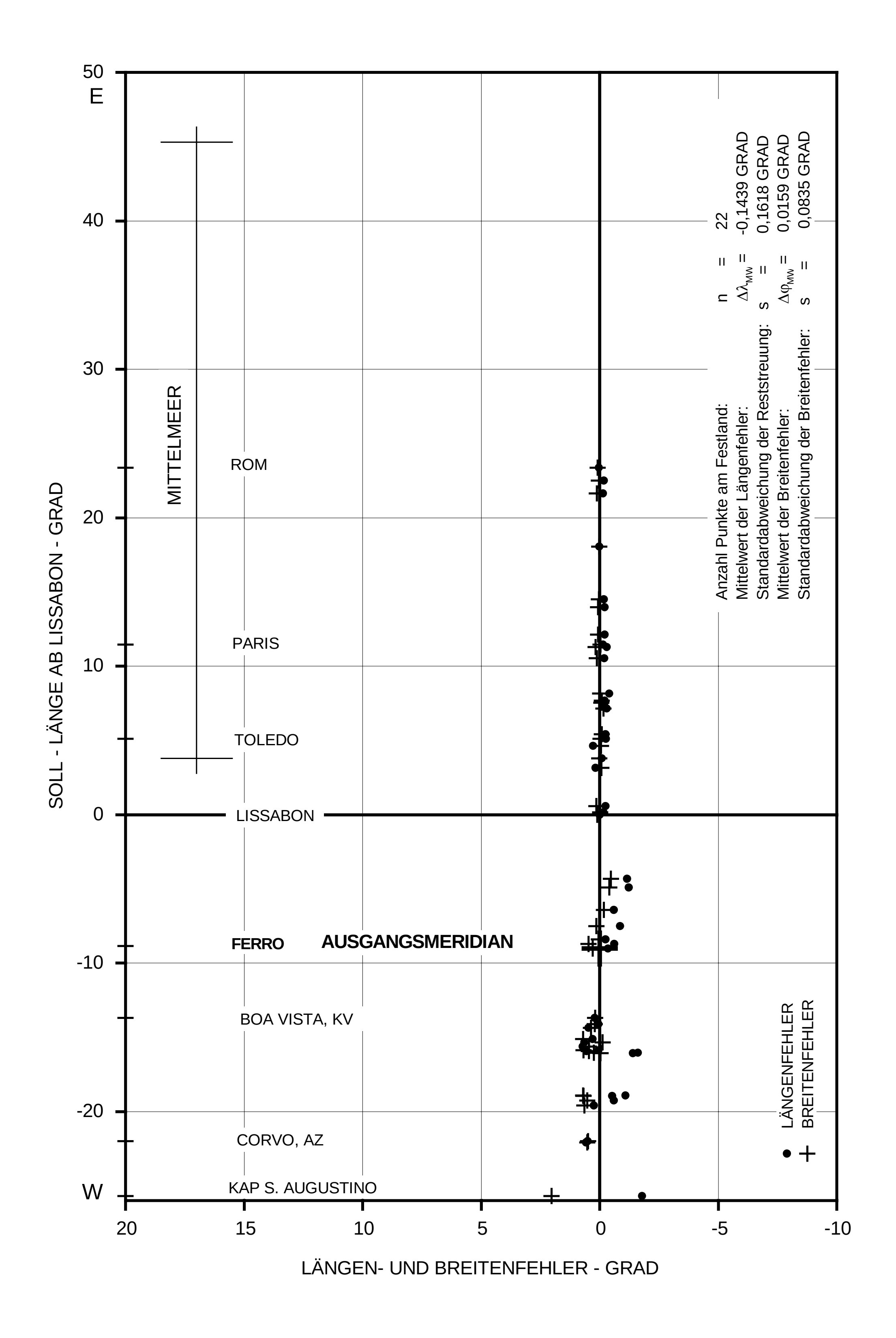


Abb. 4-7-4-2-a: Längen- und Breitenfehler der Karte <Carte d'Amerique> von *Guillaume Delisle*, 1722. Nachdruck 1763 durch '*Phil. Buache* son Gendre'. Ausgangsmeridian: Westspitze von *Ferro* (verdeckter Meridian von *Paris*), 18°09' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

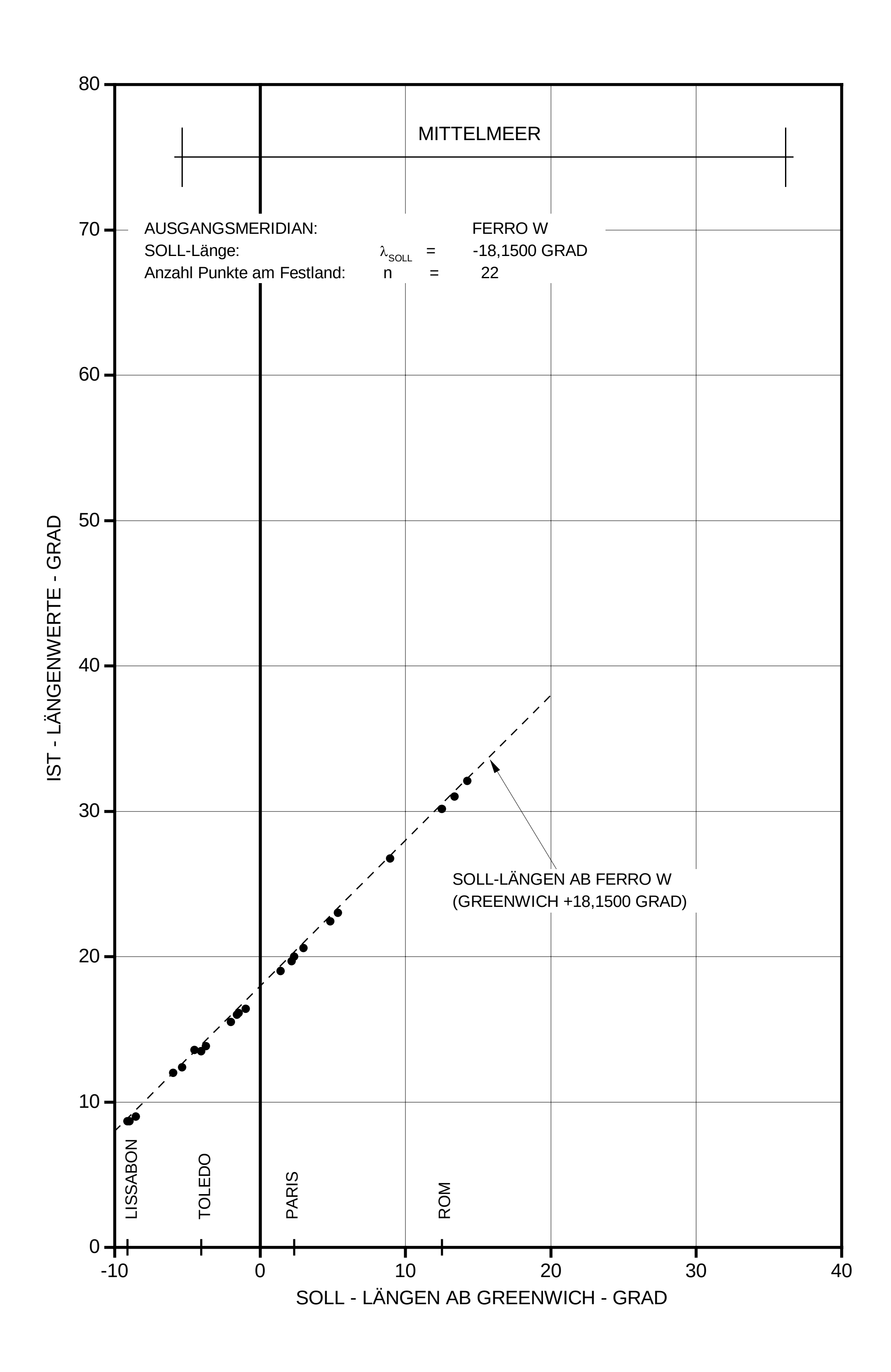


Abb. 4-7-4-2-b: Längenwerte der Karte <Carte d'Amerique> von *Guillaume Delisle* 1722. Nachdruck 1763 durch '*Phil. Buache* son Gendre'. Ausgangsmeridian: Westspitze von *Ferro* (verdeckter Meridian von *Paris*), 18°09' westlich von *Greenwich*.

		φ_{SOLL}	$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	φ_{IST}	$\lambda_{FERRO/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\varphi$	$\Delta\lambda$
NR	ORTSNAME	SOLL	SOLL	SOLL	AMK	AMK	AMK	AMK	AMK
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
1	KAP S. AUGUSTINO	-6,9667	-34,8333	-25,7000	-9,0000	-15,2500	-23,9167	2,0333	-1,7833
2	FLORES AZ	39,2167	-31,2167	-22,0833	39,7500	-14,0000	-22,6667	0,5333	0,5833
3	CORVO AZ	39,6833	-31,1333	-22,0000	40,1667	-13,8333	-22,5000	0,4833	0,5000
4	FAYAL AZ	38,6000	-28,7167	-19,5833	39,2500	-11,1667	-19,8333	0,6500	0,2500
5	PICO AZ	38,4667	-28,4000	-19,2667	39,0000	-10,0000	-18,6667	0,5333	-0,6000
6	S. JORGE AZ	38,6500	-28,0833	-18,9500	39,3333	-9,7500	-18,4167	0,6833	-0,5333
7	GRACIOSA AZ	39,0500	-28,0500	-18,9167	39,7500	-9,1667	-17,8333	0,7000	-1,0833
8	S. MIGUEL AZ, E	37,5833	-25,1667	-16,0333	37,8333	-5,7500	-14,4167	0,2500	-1,6167
9	SAN ANTONIO KV	17,2167	-25,0667	-15,9333	17,6667	-7,8333	-16,5000	0,4500	0,5667
10	SANTA MARIA AZ, W	36,9500	-25,2000	-16,0667	36,9167	-6,0000	-14,6667	-0,0333	-1,4000
11	S. VINCENTE KV	16,9000	-25,0000	-15,8667	17,5833	-7,2500	-15,9167	0,6833	0,0500
12	S. LUCIA KV	16,8000	-24,7500	-15,6167	17,2500	-7,6667	-16,3333	0,4500	0,7167
13	FOGO KV	14,8667	-24,4833	-15,3500	14,7500	-7,3333	-16,0000	-0,1167	0,6500
14	S. NICOLAS KV	16,3000	-24,2500	-15,1167	17,0000	-6,7500	-15,4167	0,7000	0,3000
15	SANTIAGO KV	14,8833	-23,5000	-14,3667	15,2500	-6,1667	-14,8333	0,3667	0,4667
16	MAYO KV	15,1167	-23,2500	-14,1167	15,3333	-5,5000	-14,1667	0,2167	0,0500
17	BOA VISTA KV	15,9667	-22,8333	-13,7000	16,1667	-5,2500	-13,9167	0,2000	0,2167
18	FERRO KA, W	27,7000	-18,1500	-9,0167	28,0000	0,0000	-8,6667	0,3000	-0,3500
19	PALMA KA	28,7833	-17,8333	-8,7000	29,2500	0,5833	-8,0833	0,4667	-0,6167
20	KAP VERDE	14,7167	-17,5500	-8,4167	14,7500	0,5000	-8,1667	0,0333	-0,2500
21	TENERIFFA KA	28,2833	-16,6500	-7,5167	28,4167	2,0000	-6,6667	0,1333	-0,8500
22	GRAN KAARIA KA	27,9333	-15,5667	-6,4333	27,7500	2,8333	-5,8333	-0,1833	-0,6000
23	FUERTA VENTURA KA	28,4000	-14,0333	-4,9000	28,0000	5,0000	-3,6667	-0,4000	-1,2333
24	LANZAROTE KA, E	29,1333	-13,4500	-4,3167	28,6667	5,5000	-3,1667	-0,4667	-1,1500
25	LISSABON	38,7333	-9,1333	0,0000	38,8333	8,6667	0,0000	0,1000	0,0000
26	KAP ST. VINCENT	37,0167	-8,9833	0,1500	37,0000	8,6667	0,0000	-0,0167	-0,1500
27	SANTIAGO DE COMP.	42,8667	-8,5500	0,5833	43,0000	9,0000	0,3333	0,1333	-0,2500
28	SEVILLA	37,4000	-5,9833	3,1500	37,3333	12,0000	3,3333	-0,0667	0,1833
29	GIBRALTAR	36,1500	-5,3500	3,7833	36,1667	12,3667	3,7000	0,0167	-0,0833
30	BREST	48,3833	-4,5000	4,6333	48,3333	13,5833	4,9167	-0,0500	0,2833
31	TOLEDO	39,8667	-4,0333	5,1000	39,8333	13,5000	4,8333	-0,0333	-0,2667
32	MADRID	40,4167	-3,7167	5,4167	40,3333	13,8333	5,1667	-0,0833	-0,2500
33	ST. MALO	48,6500	-2,0000	7,1333	48,5000	15,5000	6,8333	-0,1500	-0,3000
34	NANTES	47,2333	-1,5833	7,5500	47,1667	16,0000	7,3333	-0,0667	-0,2167
35	BAYONNE	43,5000	-1,4667	7,6667	43,4167	16,1167	7,4500	-0,0833	-0,2167
36	CARTAGENA	37,6000	-0,9833	8,1500	37,5833	16,4167	7,7500	-0,0167	-0,4000
37	TOULOUSE	43,5500	1,4000	10,5333	43,6667	19,0000	10,3333	0,1167	-0,2000
38	BARCELONA	41,4167	2,1667	11,3000	41,5833	19,6667	11,0000	0,1667	-0,3000
39	PARIS	48,8667	2,3333	11,4667	48,8333	20,0000	11,3333	-0,0333	-0,1333
40	NARBONNE	43,1833	3,0000	12,1333	43,2500	20,5833	11,9167	0,0667	-0,2167
41	LYON	45,7667	4,8333	13,9667	45,8333	22,4167	13,7500	0,0667	-0,2167
42	MARSEILLE	43,3000	5,3667	14,5000	43,3333	23,0000	14,3333	0,0333	-0,1667
43	GENUA	44,4000	8,9333	18,0667	44,4167	26,7500	18,0833	0,0167	0,0167
44	ROM	41,8833	12,5000	21,6333	42,0000	30,1667	21,5000	0,1167	-0,1333
45	PALERMO	38,1333	13,3833	22,5167	38,1667	31,0000	22,3333	0,0333	-0,1833
46	NEAPEL	40,8333	14,2500	23,3833	40,9167	32,0833	23,4167	0,0833	0,0333

Tab. 4-7-4-2: Längen- und Breitenfehler der Karte <Carte d'Amerique> von *Guillaume Delisle* 1722. Nachdruck 1763 durch '*Phil. Buache* son Gendre'. Ausgangsmeridian: Westspitze von *Ferro* (verdeckter Meridian von *Paris*), 18°09' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

4-7-4-3 Guillaume Delisle, Atlas, 1730

Europakarte, 1700

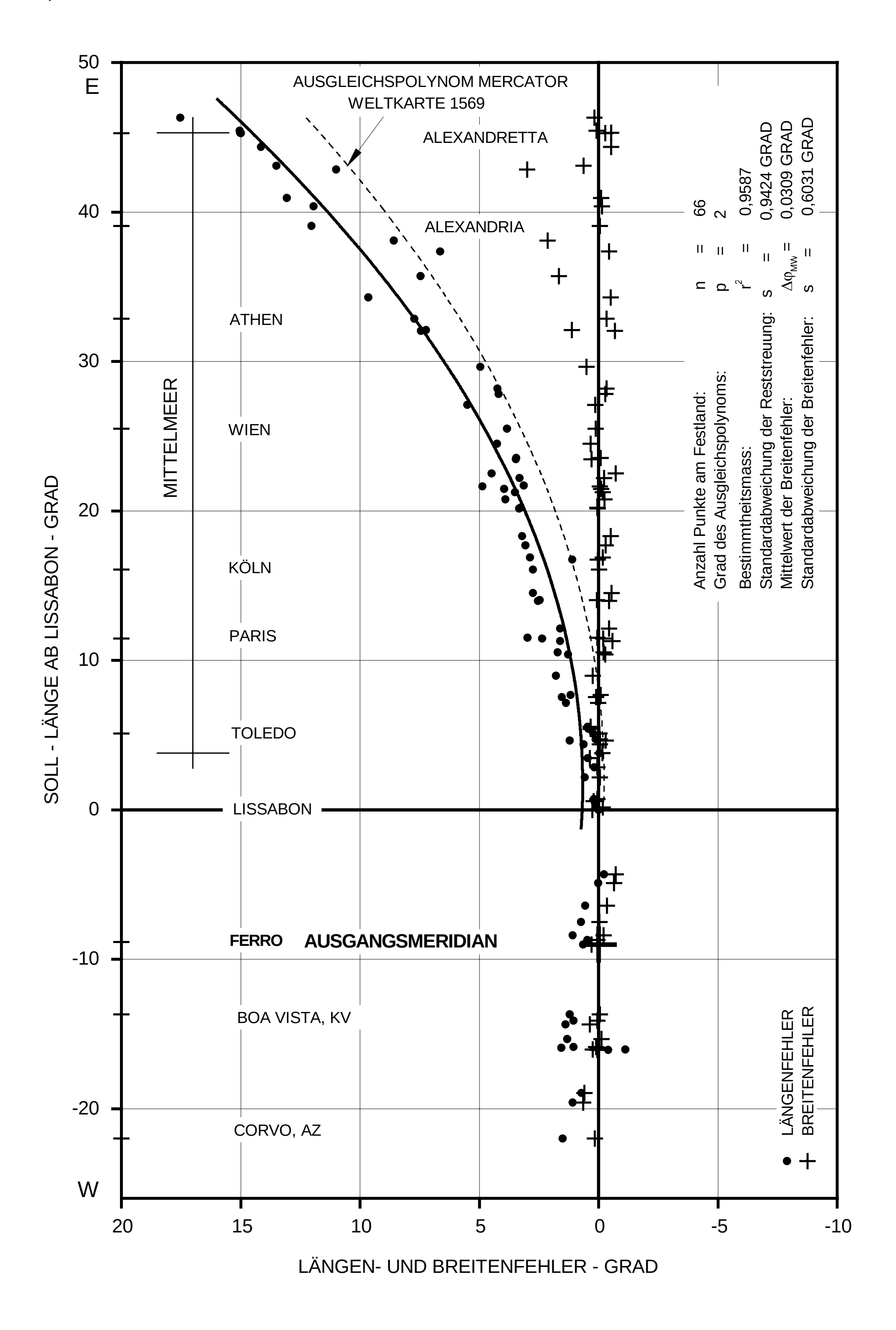


Abb. 4-7-4-3-a: Längen- und Breitenfehler der Karten Europa und Barbarie des 'Atlas Nouveau' von *Guillaume Delisle*, 1730. Ausgangsmeridian: Westspitze von *Ferro* (verdeckter Meridian von *Paris*), 18°09' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

NR	ORTSNAME	φ_{SOLL}	$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	φ_{IST}	$\lambda_{FERRO/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\varphi$	$\Delta\lambda$
		SOLL	SOLL	SOLL	EK-BA	EK-BA	EK-BA	EK-BA	EK-BA
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
1	CORVO AZ	39,6833	-31,1333	-22,0000	39,8333	-13,8333	-23,5000	0,1500	1,5000
2	FAYAL AZ	38,6000	-28,7167	-19,5833	39,2500	-11,0000	-20,6667	0,6500	1,0833
3	S. JORGE AZ	38,6500	-28,0833	-18,9500	39,2500	-10,0000	-19,6667	0,6000	0,7167
4	SANTA MARIA AZ, W	36,9500	-25,2000	-16,0667	37,0000	-6,0000	-15,6667	0,0500	-0,4000
5	S. MIGUEL AZ, E	37,5833	-25,1667	-16,0333	37,8333	-5,2500	-14,9167	0,2500	-1,1167
6	SAN ANTONIO KV	17,2167	-25,0667	-15,9333	17,2500	-7,8333	-17,5000	0,0333	1,5667
7	S. VINCENTE KV	16,9000	-25,0000	-15,8667	17,0000	-7,2500	-16,9167	0,1000	1,0500
8	FOGO KV	14,8667	-24,4833	-15,3500	14,7500	-7,0000	-16,6667	-0,1167	1,3167
9	SANTIAGO KV	14,8833	-23,5000	-14,3667	15,2500	-6,0833	-15,7500	0,3667	1,3833
10	MAYO KV	15,1167	-23,2500	-14,1167	15,1667	-5,5000	-15,1667	0,0500	1,0500
11	BOA VISTA KV	15,9667	-22,8333	-13,7000	15,9167	-5,2500	-14,9167	-0,0500	1,2167
12	FERRO KA, W	27,7000	-18,1500	-9,0167	28,0000	0,0000	-9,6667	0,3000	0,6500
13	PALMA KA	28,7833	-17,8333	-8,7000	28,8333	0,5000	-9,1667	0,0500	0,4667
14	KAP VERDE	14,7167	-17,5500	-8,4167	14,5000	0,1667	-9,5000	-0,2167	1,0833
15	TENERIFFA KA, Pico	28,2833	-16,6500	-7,5167	28,2500	1,4167	-8,2500	-0,0333	0,7333
16	GRAN KAARIA KA	27,9333	-15,5667	-6,4333	27,5833	2,6667	-7,0000	-0,3500	0,5667
17	FUERTA VENTURA KA	28,4000	-14,0333	-4,9000	27,7500	4,7500	-4,9167	-0,6500	0,0167
18	LANZAROTE KA, E	29,1333	-13,4500	-4,3167	28,4167	5,5833	-4,0833	-0,7167	-0,2333
19	LISSABON	38,7333	-9,1333	0,0000	39,0000	9,6667	0,0000	0,2667	0,0000
20	KAP ST. VINCENT	37,0167	-8,9833	0,1500	36,8333	9,9167	0,2500	-0,1833	0,1000
21	SANTIAGO DE COMP.	42,8667	-8,5500	0,5833	43,0833	10,4167	0,7500	0,2167	0,1667
22	COIMBRA	40,2000	-8,4167	0,7167	40,2500	10,5833	0,9167	0,0500	0,2000
23	BADAJOZ	38,8833	-6,9667	2,1667	38,8333	12,4167	2,7500	-0,0500	0,5833
24	CADIZ	36,5333	-6,3000	2,8333	36,5833	12,6667	3,0000	0,0500	0,1667
25	SALAMANCA	40,9667	-5,6667	3,4667	41,3333	13,5833	3,9167	0,3667	0,4500
26	GIBRALTAR	36,1500	-5,3500	3,7833	36,0000	13,4167	3,7500	-0,1500	-0,0333
27	CORDOBA	37,8833	-4,7667	4,3667	37,8333	14,6667	5,0000	-0,0500	0,6333
28	BREST	48,3833	-4,5000	4,6333	48,0833	15,5000	5,8333	-0,3000	1,2000
29	MALAGA	36,7167	-4,4167	4,7167	36,6667	14,5000	4,8333	-0,0500	0,1167
30	TOLEDO	39,8667	-4,0333	5,1000	39,8333	15,0000	5,3333	-0,0333	0,2333
31	MADRID	40,4167	-3,7167	5,4167	40,7500	15,5000	5,8333	0,3333	0,4167
32	GRANADA	37,1667	-3,5833	5,5500	37,5000	15,6667	6,0000	0,3333	0,4500
33	ST. MALO	48,6500	-2,0000	7,1333	48,6667	18,1667	8,5000	0,0167	1,3667
34	NANTES	47,2333	-1,5833	7,5500	47,3333	18,7500	9,0833	0,1000	1,5333
35	BAYONNE	43,5000	-1,4667	7,6667	43,4167	18,5000	8,8333	-0,0833	1,1667
36	LONDON	51,5000	-0,1667	8,9667	51,7500	20,4167	10,7500	0,2500	1,7833
37	TARRAGONA	41,1167	1,2500	10,3833	40,8333	21,3333	11,6667	-0,2833	1,2833
38	TOULOUSE	43,5500	1,4000	10,5333	43,3333	21,9167	12,2500	-0,2167	1,7167
39	BARCELONA	41,4167	2,1667	11,3000	40,8333	22,5833	12,9167	-0,5833	1,6167
40	PARIS	48,8667	2,3333	11,4667	48,6667	23,5000	13,8333	-0,2000	2,3667
41	DÜNKIRCHEN	51,0333	2,3833	11,5167	51,0833	24,1667	14,5000	0,0500	2,9833
42	NARBONNE	43,1833	3,0000	12,1333	42,7500	23,4167	13,7500	-0,4333	1,6167
43	LYON	45,7667	4,8333	13,9667	45,3333	26,1667	16,5000	-0,4333	2,5333
44	AMSTERDAM	52,3500	4,9000	14,0333	52,4167	26,1667	16,5000	0,0667	2,4667
45	MARSEILLE	43,3000	5,3667	14,5000	42,7500	26,9167	17,2500	-0,5500	2,7500
46	KÖLN	50,9333	6,9500	16,0833	50,9167	28,5000	18,8333	-0,0167	2,7500
47	BASEL	47,5500	7,6000	16,7333	47,5833	27,5000	17,8333	0,0333	1,1000

/Seite 2

		φ_{SOLL}	$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	φ_{IST}	$\lambda_{FERRO/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\varphi$	$\Delta\lambda$
NR	ORTSNAME	SOLL	SOLL	SOLL	EK-BA	EK-BA	EK-BA	EK-BA	EK-BA
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
48	STRASSBURG	48,5833	7,7500	16,8833	48,4167	29,4167	19,7500	-0,1667	2,8667
49	ZÜRICH	47,3833	8,5500	17,6833	47,0833	30,4167	20,7500	-0,3000	3,0667
50	KONSTANZ	47,6667	9,1667	18,3000	47,1667	31,1667	21,5000	-0,5000	3,2000
51	ERFURT	50,9667	11,0333	20,1667	51,0000	33,1667	23,5000	0,0333	3,3333
52	NÜRNBERG	49,4500	11,0833	20,2167	49,5000	33,1667	23,5000	0,0500	3,2833
53	FERRARA	44,8333	11,6333	20,7667	44,5833	34,3333	24,6667	-0,2500	3,9000
54	REGENSBURG	49,0167	12,1167	21,2500	48,8333	34,4167	24,7500	-0,1833	3,5000
55	VENEDIG	45,4333	12,3333	21,4667	45,3333	35,0833	25,4167	-0,1000	3,9500
56	ROM	41,8833	12,5000	21,6333	41,8333	36,1667	26,5000	-0,0500	4,8667
57	KOPENHAGEN	55,7167	12,5667	21,7000		34,5000	24,8333		3,1333
58	SALZBURG	47,9000	13,0500	22,1833	47,6667	35,1667	25,5000	-0,2333	3,3167
59	PALERMO	38,1333	13,3833	22,5167	37,4167	36,6667	27,0000	-0,7167	4,4833
60	KLAGENFURT	46,6264	14,3083	23,4417	46,9167	36,5833	26,9167	0,2903	3,4750
61	PRAG	50,0833	14,4167	23,5500	50,0000	36,6667	27,0000	-0,0833	3,4500
62	GRAZ	47,0833	15,3667	24,5000	47,4167	38,4167	28,7500	0,3333	4,2500
63	WIEN	48,2167	16,3667	25,5000	48,3333	39,0000	29,3333	0,1167	3,8333
64	BRINDISI	40,6167	17,9500	27,0833	40,7500	42,2500	32,5833	0,1333	5,5000
65	DANZIG	54,3667	18,6833	27,8167	54,0833	41,6667	32,0000	-0,2833	4,1833
66	BUDAPEST	47,5000	19,0500	28,1833	47,1667	42,0833	32,4167	-0,3333	4,2333
67	BELGRAD	44,8333	20,5000	29,6333	45,3333	44,2500	34,5833	0,5000	4,9500
68	KORINTH	37,9333	22,9167	32,0500	37,2500	49,1667	39,5000	-0,6833	7,4500
69	SALONIKI	40,6333	22,9667	32,1000	41,7500	49,0000	39,3333	1,1167	7,2333
70	ATHEN	38,0000	23,7333	32,8667	37,6667	50,2500	40,5833	-0,3333	7,7167
71	CANDIA (Iraklion)	35,3333	25,1333	34,2667	34,8333	53,5833	43,9167	-0,5000	9,6500
72	EDIRNE	41,6667	26,5667	35,7000	43,3333	52,8333	43,1667	1,6667	7,4667
73	RHODOS	36,4333	28,2333	37,3667	36,0000	53,6667	44,0000	-0,4333	6,6333
74	ISTANBUL	41,0333	28,9500	38,0833	43,1667	56,3333	46,6667	2,1333	8,5833
75	ALEXANDRIA	31,2167	29,9167	39,0500	31,1667	60,7500	51,0833	-0,0500	12,0333
76	KAIRO	30,0500	31,2500	40,3833	29,9167	62,0000	52,3333	-0,1333	11,9500
77	DAMIETTA (Pelusium)	31,4333	31,8000	40,9333	31,3333	63,6667	54,0000	-0,1000	13,0667
78	PEREKOP	46,1667	33,7000	42,8333	49,1667	63,5000	53,8333	3,0000	11,0000
79	FAMAGUSTA	35,1167	33,9500	43,0833	35,7500	66,2500	56,5833	0,6333	13,5000
80	JERUSALEM	31,7833	35,2167	44,3500	31,2500	68,1667	58,5000	-0,5333	14,1500
81	ALEXANDRETTA	36,6167	36,1333	45,2667	36,3333	69,9167	60,2500	-0,2833	14,9833
82	ANTIOCHIA (Antakya)	36,2000	36,1667	45,3000	35,6667	70,0000	60,3333	-0,5333	15,0333
83	DAMASKUS	33,5000	36,3167	45,4500	33,5833	70,1667	60,5000	0,0833	15,0500
84	ALEPPO	36,2333	37,1667	46,3000	36,4167	73,5000	63,8333	0,1833	17,5333

Die Positionen der Inseln wurden der \Carte de la Barbarie ... \ entnommen

Tab. 4-7-4-3-a: Längen- und Breitenfehler der Europa- und Barbariekarte des 'Atlas Nouveau' von *Guillaume Delisle*, 1730. Ausgangsmeridian: Westspitze von *Ferro* (verdeckter Meridian von *Paris*), 18°09' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

Die Weltkarte und die Karte von Afrika

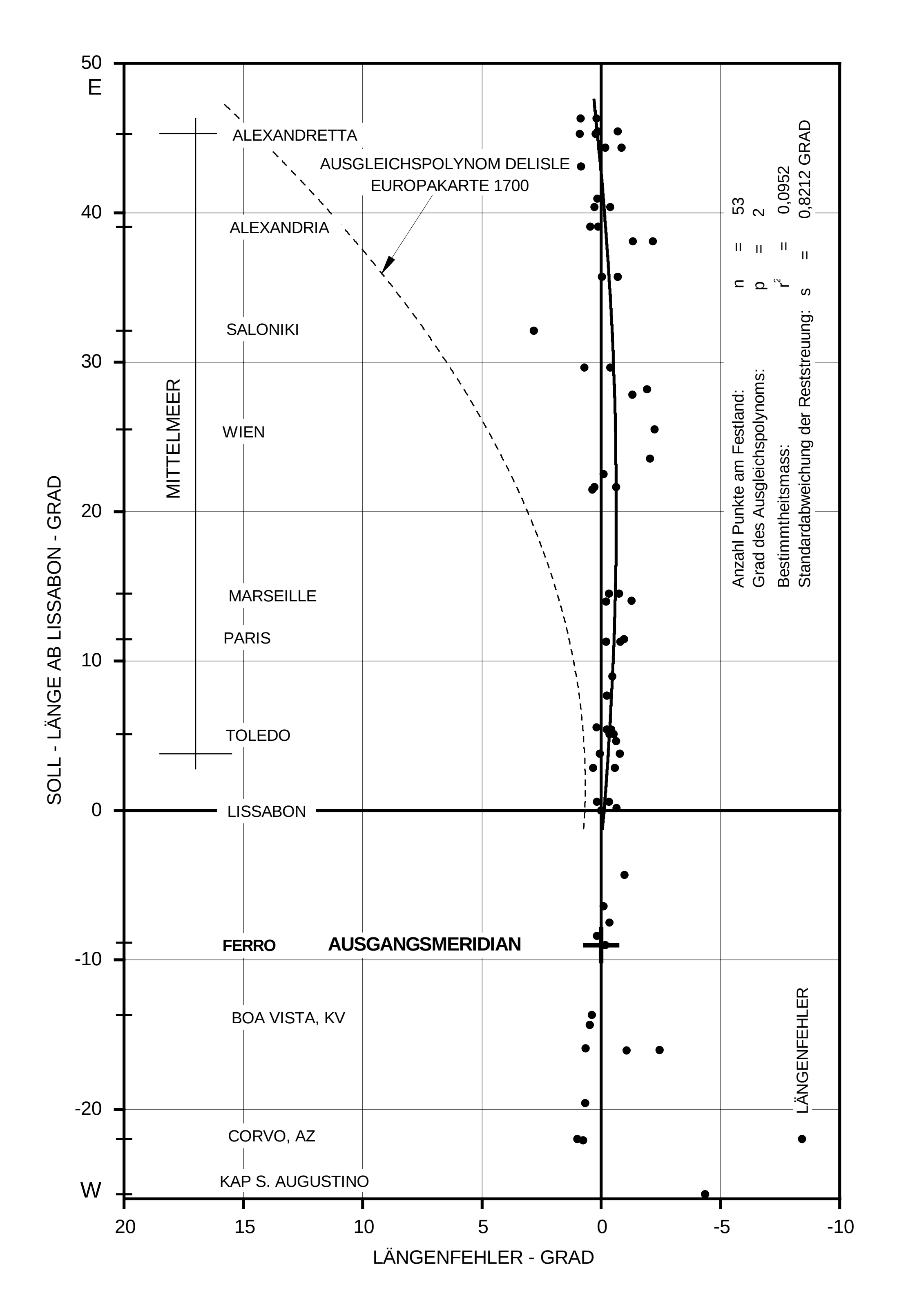


Abb. 4-7-4-3-b: Längenfehler der Weltkarte sowie der Karte von Afrika des 'Atlas Nouveau' von *Guillaume Delisle*, 1730. Ausgangsmeridian: Westspitze von *Ferro* (verdeckter Meridian von *Paris*), 18°09' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

		$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	$\lambda_{FERRO/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\lambda$	$\lambda_{FERRO/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\lambda$
NR	ORTSNAME	SOLL	SOLL	AFK	AFK	AFK	WK	WK	WK
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
1	KAP S. AUGUSTINO	-34,8333	-25,7000	-12,5000	-21,3333	-4,3667	-16,5000	-26,0000	0,3000
2	FLORES AZ	-31,2167	-22,0833	-14,0000	-22,8333	0,7500	-13,7500	-23,2500	1,1667
3	CORVO AZ	-31,1333	-22,0000	-14,1667	-23,0000	1,0000	-13,7500	-23,2500	1,2500
4	FAYAL AZ	-28,7167	-19,5833	-11,4167	-20,2500	0,6667			
5	PICO AZ	-28,4000	-19,2667				-9,5000	-19,0000	-0,2667
6	SANTA MARIA AZ, W	-25,2000	-16,0667	-6,1667	-15,0000	-1,0667	-5,7500	-15,2500	-0,8167
7	S. MIGUEL AZ, E	-25,1667	-16,0333	-4,7500	-13,5833	-2,4500	-5,0000	-14,5000	-1,5333
8	SAN ANTONIO KV	-25,0667	-15,9333	-7,7500	-16,5833	0,6500	-8,2500	-17,7500	1,8167
9	SANTIAGO KV	-23,5000	-14,3667	-6,0000	-14,8333	0,4667	-6,2500	-15,7500	1,3833
10	BOA VISTA KV	-22,8333	-13,7000	-5,2500	-14,0833	0,3833	-5,5000	-15,0000	1,3000
11	FERRO KA, W	-18,1500	-9,0167	0,0000	-8,8333	-0,1833	-0,7500	-10,2500	1,2333
12	PALMA KA	-17,8333	-8,7000				-0,7500	-10,2500	1,5500
13	KAP VERDE	-17,5500	-8,4167	0,2500	-8,5833	0,1667	0,7500	-8,7500	0,3333
14	TENERIFFA KA, Pico	-16,6500	-7,5167	1,6667	-7,1667	-0,3500	2,2500	-7,2500	-0,2667
15	GRAN KAARIA KA	-15,5667	-6,4333	2,5000	-6,3333	-0,1000	3,2500	-6,2500	-0,1833
16	FUERTA VENTURA KA	-14,0333	-4,9000				5,2500	-4,2500	-0,6500
17	LANZAROTE KA, E	-13,4500	-4,3167	5,5000	-3,3333	-0,9833	6,0000	-3,5000	-0,8167
18	LISSABON	-9,1333	0,0000	8,8333	0,0000	0,0000	9,5000	0,0000	0,0000
19	KAP ST. VINCENT	-8,9833	0,1500				9,0000	-0,5000	-0,6500
20	SANTIAGO DE COMP.	-8,5500	0,5833	9,5833	0,7500	0,1667	9,7500	0,2500	-0,3333
21	CADIZ	-6,3000	2,8333	12,0000	3,1667	0,3333	11,7500	2,2500	-0,5833
22	GIBRALTAR	-5,3500	3,7833	12,6667	3,8333	0,0500	12,5000	3,0000	-0,7833
23	BREST	-4,5000	4,6333				13,5000	4,0000	-0,6333
24	TOLEDO	-4,0333	5,1000	13,4167	4,5833	-0,5167	14,2500	4,7500	-0,3500
25	MADRID	-3,7167	5,4167	14,0000	5,1667	-0,2500	14,5000	5,0000	-0,4167
26	GRANADA	-3,5833	5,5500	14,5833	5,7500	0,2000			
27	BAYONNE	-1,4667	7,6667	16,2500	7,4167	-0,2500			
28	LONDON	-0,1667	8,9667				18,0000	8,5000	-0,4667
29	BARCELONA	2,1667	11,3000	19,9167	11,0833	-0,2167	20,0000	10,5000	-0,8000
30	PARIS	2,3333	11,4667				20,0000	10,5000	-0,9667
31	LYON	4,8333	13,9667				23,2500	13,7500	-0,2167
32	AMSTERDAM	4,9000	14,0333				22,2500	12,7500	-1,2833
33	MARSEILLE	5,3667	14,5000	23,0000	14,1667	-0,3333	23,2500	13,7500	-0,7500
34	VENEDIG	12,3333	21,4667	30,6667	21,8333	0,3667			
35	ROM	12,5000	21,6333	30,7500	21,9167	0,2833	30,5000	21,0000	-0,6333
36	PALERMO	13,3833	22,5167	31,2500	22,4167	-0,1000			
37	PRAG	14,4167	23,5500				31,0000	21,5000	-2,0500
38	WIEN	16,3667	25,5000				32,7500	23,2500	-2,2500
39	DANZIG	18,6833	27,8167				36,0000	26,5000	-1,3167
40	BUDAPEST	19,0500	28,1833				35,7500	26,2500	-1,9333
41	BELGRAD	20,5000	29,6333	39,1667	30,3333	0,7000	38,7500	29,2500	-0,3833
42	SALONIKI	22,9667	32,1000	43,7500	34,9167	2,8167			
43	EDIRNE	26,5667	35,7000	44,5000	35,6667	-0,0333	44,5000	35,0000	-0,7000
44	ISTANBUL	28,9500	38,0833	44,7500	35,9167	-2,1667	46,2500	36,7500	-1,3333
45	ALEXANDRIA	29,9167	39,0500	48,0000	39,1667	0,1167	49,0000	39,5000	0,4500
46	KAIRO	31,2500	40,3833	49,5000	40,6667	0,2833	49,5000	40,0000	-0,3833
47	DAMIETTA	31,8000	40,9333	49,9167	41,0833	0,1500			

/Seite 2

NR	ORTSNAME	$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	$\lambda_{FERRO/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\lambda$	$\lambda_{FERRO/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\lambda$
		SOLL	SOLL	AFK	AFK	AFK	WK	WK	WK
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
48	FAMAGUSTA	33,9500	43,0833	52,7500	43,9167	0,8333			
49	JERUSALEM	35,2167	44,3500	53,0000	44,1667	-0,1833	53,0000	43,5000	-0,8500
50	ALEXANDRETTA	36,1333	45,2667	55,0000	46,1667	0,9000	55,0000	45,5000	0,2333
51	DAMASKUS	36,3167	45,4500	54,4167	45,5833	0,1333	54,2500	44,7500	-0,7000
52	ALEPPO	37,1667	46,3000	56,0000	47,1667	0,8667	56,0000	46,5000	0,2000

Tab. 4-7-4-3-b: Längenfehler der Welt- und Afrikakarte des 'Atlas Nouveau' von *Guillaume Delisle*, 1730. Ausgangsmeridian: Westspitze von *Ferro* (verdeckter Meridian von *Paris*), 18°09' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

4-7-5 *Jean-Baptiste Bourguignon d'Anville*, Atlas, ca. 1780

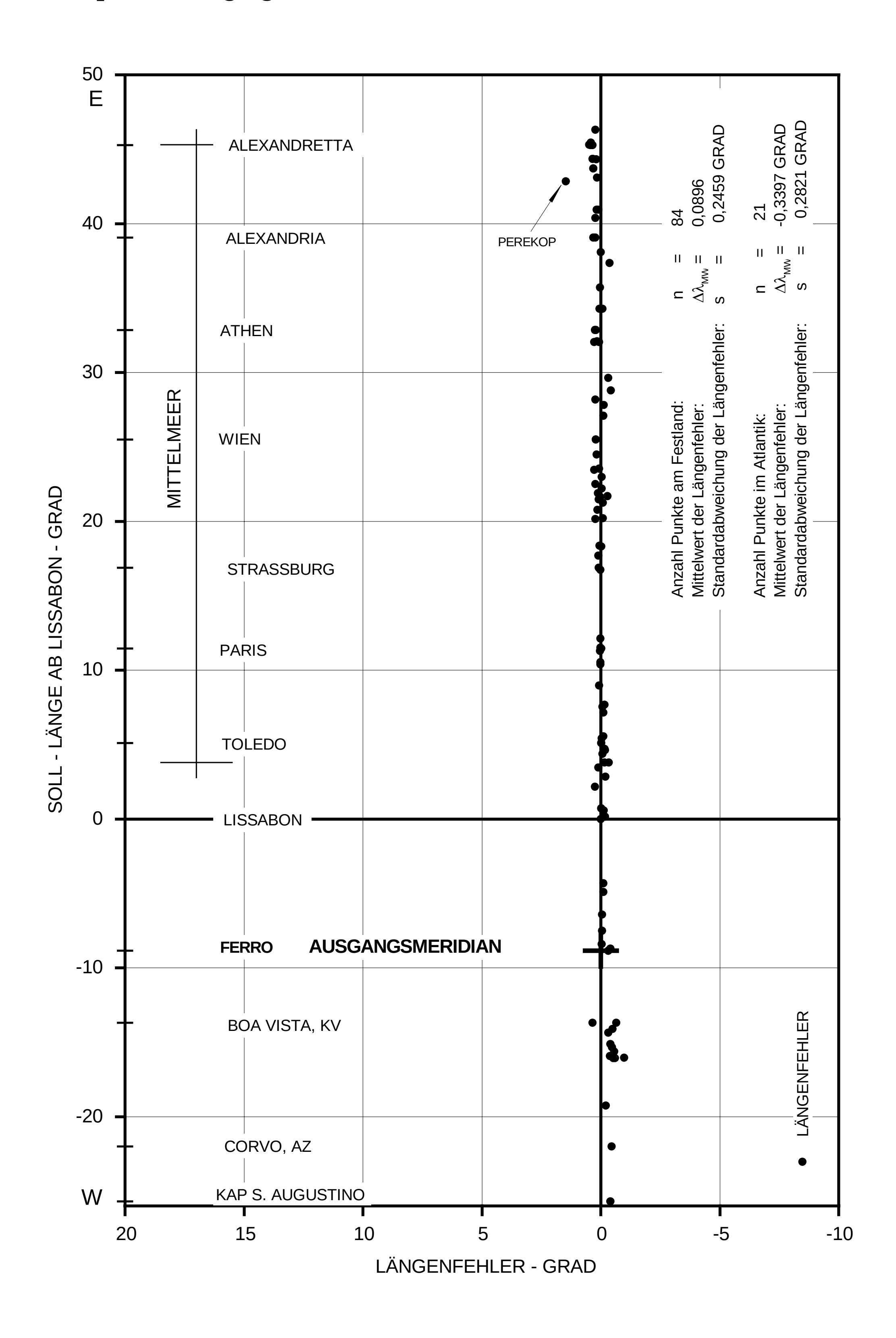


Abb. 4-7-5: Längenfehler der Europa- und Afrikakarte des 'Atlas Complet' von *Jean-Baptiste Bourguignon d'Anville*, ca. 1780. Ausgangsmeridian: Zentrum von *Ferro* (verdeckter Meridian von *Paris*), 18°00' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

		$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	$\lambda_{FERRO/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\lambda$	$\lambda_{FERRO/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\lambda$
NR	ORTSNAME	SOLL	SOLL	EK-WK	EK-WK	EK-WK	AFK	AFK	AFK
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
1	KAP S. AUGUSTINO **	-34,8333	-25,7000	-16,7500	-25,3000	-0,4000			
2	CORVO AZ*	-31,1333	-22,0000	-13,0000	-21,5500	-0,4500			
3	PICO AZ*	-28,4000	-19,2667	-10,5000	-19,0500	-0,2167			
4	SANTA MARIA AZ, W*	-25,2000	-16,0667	-7,0000	-15,5500	-0,5167	-6,9167	-15,4667	-0,6000
5	S. MIGUEL AZ, E*	-25,1667	-16,0333	-6,5000	-15,0500	-0,9833	0,0000		
6	SAN ANTONIO KV	-25,0667	-15,9333				-7,0000	-15,5500	-0,3833
7	S. LUCIA KV	-24,7500	-15,6167				-6,5000	-15,0500	-0,5667
8	FOGO KV	-24,4833	-15,3500				-6,3333	-14,8833	-0,4667
9	S. NICOLAS KV	-24,2500	-15,1167				-6,1667	-14,7167	-0,4000
10	SANTIAGO KV	-23,5000	-14,3667				-5,5000	-14,0500	-0,3167
11	MAYO KV	-23,2500	-14,1167				-5,0833	-13,6333	-0,4833
12	BOA VISTA KV*	-22,8333	-13,7000	-4,5000	-13,0500	-0,6500	-5,5000	-14,0500	0,3500
13	FERRO KA, ZENTR.	-18,0000	-8,8667				0,0000	-8,5500	-0,3167
14	PALMA KA	-17,8333	-8,7000				0,2500	-8,3000	-0,4000
15	KAP VERDE	-17,5500	-8,4167				0,1667	-8,3833	-0,0333
16	TENERIFFA KA, Pico	-16,6500	-7,5167				1,0833	-7,4667	-0,0500
17	GRAN KAARIA KA	-15,5667	-6,4333				2,1667	-6,3833	-0,0500
18	FUERTA VENTURA KA	-14,0333	-4,9000				3,7500	-4,8000	-0,1000
19	LANZAROTE KA, E	-13,4500	-4,3167				4,3333	-4,2167	-0,1000
20	LISSABON	-9,1333	0,0000	8,5500	0,0000	0,0000			
21	KAP ST. VINCENT	-8,9833	0,1500	8,5167	-0,0333	-0,1833			
22	SANTIAGO DE COMP.	-8,5500	0,5833	9,0167	0,4667	-0,1167			
23	COIMBRA	-8,4167	0,7167	9,2500	0,7000	-0,0167			
24	BADAJOZ	-6,9667	2,1667	10,9667	2,4167	0,2500			
25	CADIZ	-6,3000	2,8333	11,1833	2,6333	-0,2000			
26	SALAMANCA	-5,6667	3,4667	12,1167	3,5667	0,1000			
27	GIBRALTAR	-5,3500	3,7833	12,1833	3,6333	-0,1500	12,0000	3,4500	-0,3333
28	CORDOBA	-4,7667	4,3667	12,8500	4,3000	-0,0667			
29	BREST	-4,5000	4,6333	13,0167	4,4667	-0,1667			
30	MALAGA	-4,4167	4,7167	13,1167	4,5667	-0,1500			
31	TOLEDO	-4,0333	5,1000	13,6333	5,0833	-0,0167			
32	MADRID	-3,7167	5,4167	13,9333	5,3833	-0,0333			
33	GRANADA	-3,5833	5,5500	14,0000	5,4500	-0,1000			
34	ST. MALO	-2,0000	7,1333	15,5833	7,0333	-0,1000			
35	NANTES	-1,5833	7,5500	16,0333	7,4833	-0,0667			
36	BAYONNE	-1,4667	7,6667	16,0667	7,5167	-0,1500			
37	LONDON	-0,1667	8,9667	17,5833	9,0333	0,0667			
38	TARRAGONA	1,2500	10,3833	18,9500	10,4000	0,0167			
39	TOULOUSE	1,4000	10,5333	19,1000	10,5500	0,0167			
40	BARCELONA	2,1667	11,3000	19,8833	11,3333	0,0333			
41	PARIS	2,3333	11,4667	20,0000	11,4500	-0,0167			
42	DÜNKIRCHEN	2,3833	11,5167	20,0833	11,5333	0,0167			
43	NARBONNE	3,0000	12,1333	20,7000	12,1500	0,0167			
44	LYON	4,8333	13,9667	22,7833	14,2333	0,2667			
45	AMSTERDAM	4,9000	14,0333	22,6667	14,1167	0,0833			
46	MARSEILLE	5,3667	14,5000	23,1667	14,6167	0,1167			
47	KÖLN	6,9500	16,0833	24,7500	16,2000	0,1167			

/Seite 2

		$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	$\lambda_{FERRO/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\lambda$	$\lambda_{FERRO/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\lambda$
NR	ORTSNAME	SOLL	SOLL	EK-WK	EK-WK	EK-WK	AFK	AFK	AFK
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
48	BASEL	7,6000	16,7333	25,3000	16,7500	0,0167			
49	STRASSBURG	7,7500	16,8833	25,5167	16,9667	0,0833			
50	ZÜRICH	8,5500	17,6833	26,3333	17,7833	0,1000			
51	KONSTANZ	9,1667	18,3000	26,8333	18,2833	-0,0167			
52	HEILBRONN	9,2333	18,3667	26,9667	18,4167	0,0500			
53	ERFURT	11,0333	20,1667	28,9500	20,4000	0,2333			
54	NÜRNBERG	11,0833	20,2167	28,6833	20,1333	-0,0833			
55	FERRARA	11,6333	20,7667	29,4500	20,9000	0,1333			
56	REGENSBURG	12,1167	21,2500	29,7167	21,1667	-0,0833			
57	VENEDIG	12,3333	21,4667	30,1000	21,5500	0,0833			
58	ROM	12,5000	21,6333	30,2000	21,6500	0,0167			
59	KOPENHAGEN	12,5667	21,7000	29,9667	21,4167	-0,2833			
60	URANIENBURG	12,7500	21,8833	30,5500	22,0000	0,1167			
61	SALZBURG	13,0500	22,1833	30,7000	22,1500	-0,0333			
62	PALERMO	13,3833	22,5167	31,3000	22,7500	0,2333	31,2500	22,7000	0,1833
63	VILLACH	13,8500	22,9833	31,5000	22,9500	-0,0333			
64	KLAGENFURT	14,3083	23,4417	32,2667	23,7167	0,2750			
65	PRAG	14,4167	23,5500	32,1667	23,6167	0,0667			
66	GRAZ	15,3667	24,5000	33,2167	24,6667	0,1667			
67	WIEN	16,3667	25,5000	34,2667	25,7167	0,2167			
68	BRINDISI	17,9500	27,0833	35,5333	26,9833	-0,1000			
69	DANZIG	18,6833	27,8167	36,2500	27,7000	-0,1167			
70	BUDAPEST	19,0500	28,1833	36,9667	28,4167	0,2333			
71	SREMSKA MITROVICA	19,6500	28,7833	36,9167	28,3667	-0,4167			
72	BELGRAD	20,5000	29,6333	37,8667	29,3167	-0,3167			
73	KORINTH	22,9167	32,0500	40,6667	32,1167	0,0667	40,8833	32,3333	0,2833
74	SALONIKI	22,9667	32,1000	40,8000	32,2500	0,1500			
75	ATHEN	23,7333	32,8667	41,6333	33,0833	0,2167	41,6667	33,1167	0,2500
76	CANDIA	25,1333	34,2667	42,8667	34,3167	0,0500	42,7500	34,2000	-0,0667
77	EDIRNE	26,5667	35,7000	44,2833	35,7333	0,0333			
78	RHODOS	28,2333	37,3667	45,5500	37,0000	-0,3667			
79	ISTANBUL	28,9500	38,0833	46,6333	38,0833	0,0000			
80	ALEXANDRIA	29,9167	39,0500	47,9167	39,3667	0,3167	47,8333	39,2833	0,2333
81	KAIRO	31,2500	40,3833				49,1667	40,6167	0,2333
82	DAMIETTA	31,8000	40,9333	49,6667	41,1167	0,1833	49,5833	41,0333	0,1000
83	PEREKOP	33,7000	42,8333	52,8500	44,3000	1,4667			
84	FAMAGUSTA	33,9500	43,0833	51,7833	43,2333	0,1500			
85	ASCALON	34,5833	43,7167	52,5833	44,0333	0,3167	52,5833	44,0333	0,3167
86	TYRUS, Tyre	35,2000	44,3333	53,0833	44,5333	0,2000			
87	JERUSALEM	35,2167	44,3500	53,2333	44,6833	0,3333	53,2500	44,7000	0,3500
88	ALEXANDRETTA	36,1333	45,2667	54,2500	45,7000	0,4333	54,1667	45,6167	0,3500
89	ANTIOCHIA	36,1667	45,3000	54,2667	45,7167	0,4167	54,3333	45,7833	0,4833
90	DAMASKUS	36,3167	45,4500	54,4167	45,8667	0,4167	54,4167	45,8667	0,4167
91	ALEPPO	37,1667	46,3000				55,0833	46,5333	0,2333

* Einträge in Spalte Europa aus dem Planigloben der westlichen Hemisphäre

** aus der Amerikakarte

Tab. 4-7-5: Längenfehler der Europa- und Afrikakarte des 'Atlas Complet' von Jean-Baptiste Bourguignon d'Anville, ca. 1780. Ausgangsmeridian: Zentrum von *Ferro* (verdeckter Meridian von *Paris*), 18°00' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

4-8 Deutschland und Österreich im 18. Jahrhundert

4-8-1 *Johann Gabriel Doppelmeier,* Tabelle, 1716/1722

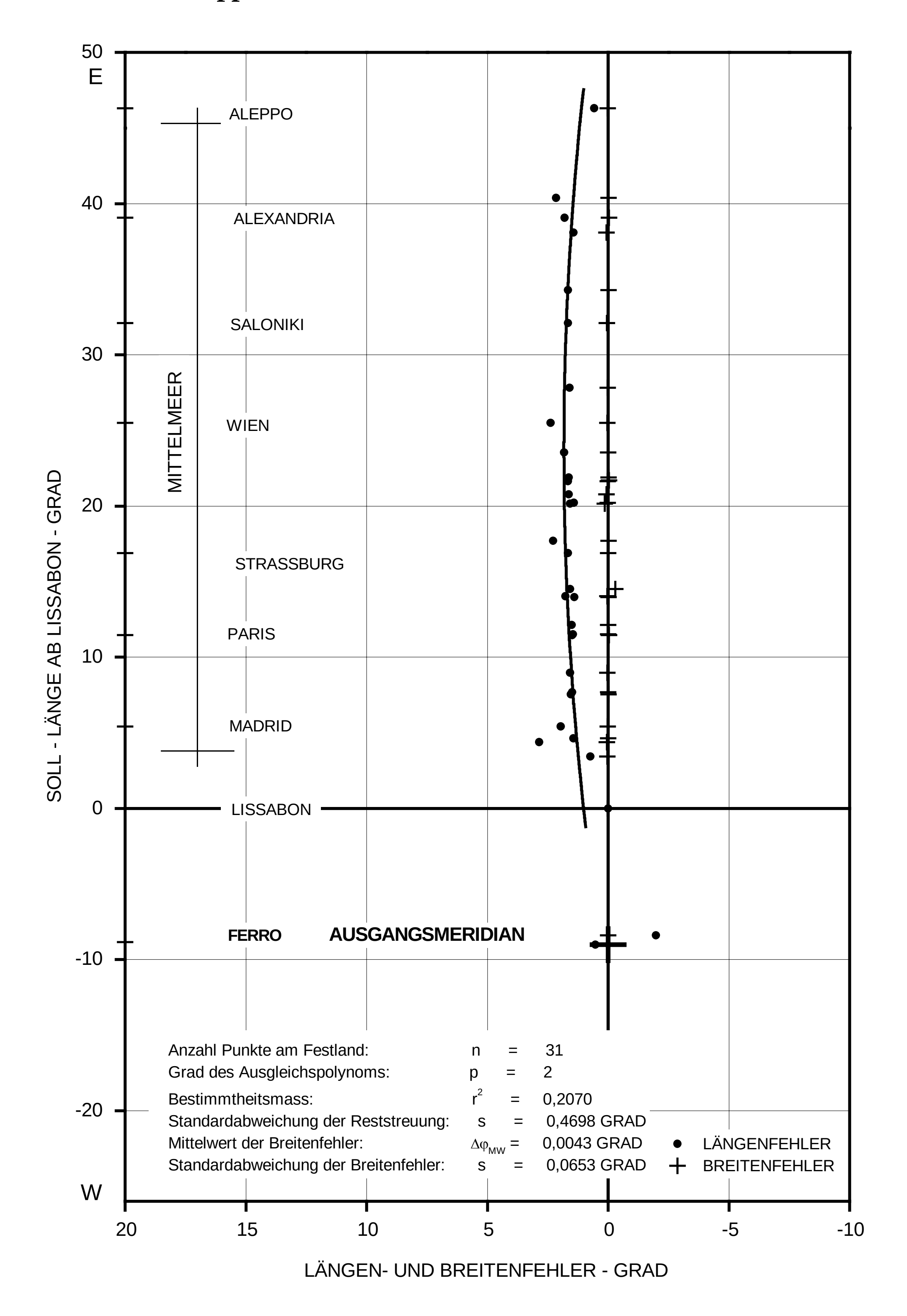


Abb. 4-8-1-a: Längen- und Breitenfehler der Tabelle ‹Basis Geographiæ Recentioris Astronomica› von *Johann Gabriel Doppelmeier*, ca. 1716 bis 1722, enthalten in der Weltkarte im 'Atlas Novus' von *Homann*, erschienen zwischen 1731 und 1742. Ausgangsmeridian: *Ferro* mit Definition 22°30' westlich von *Paris* (20°10' westlich von *Greenwich*). Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

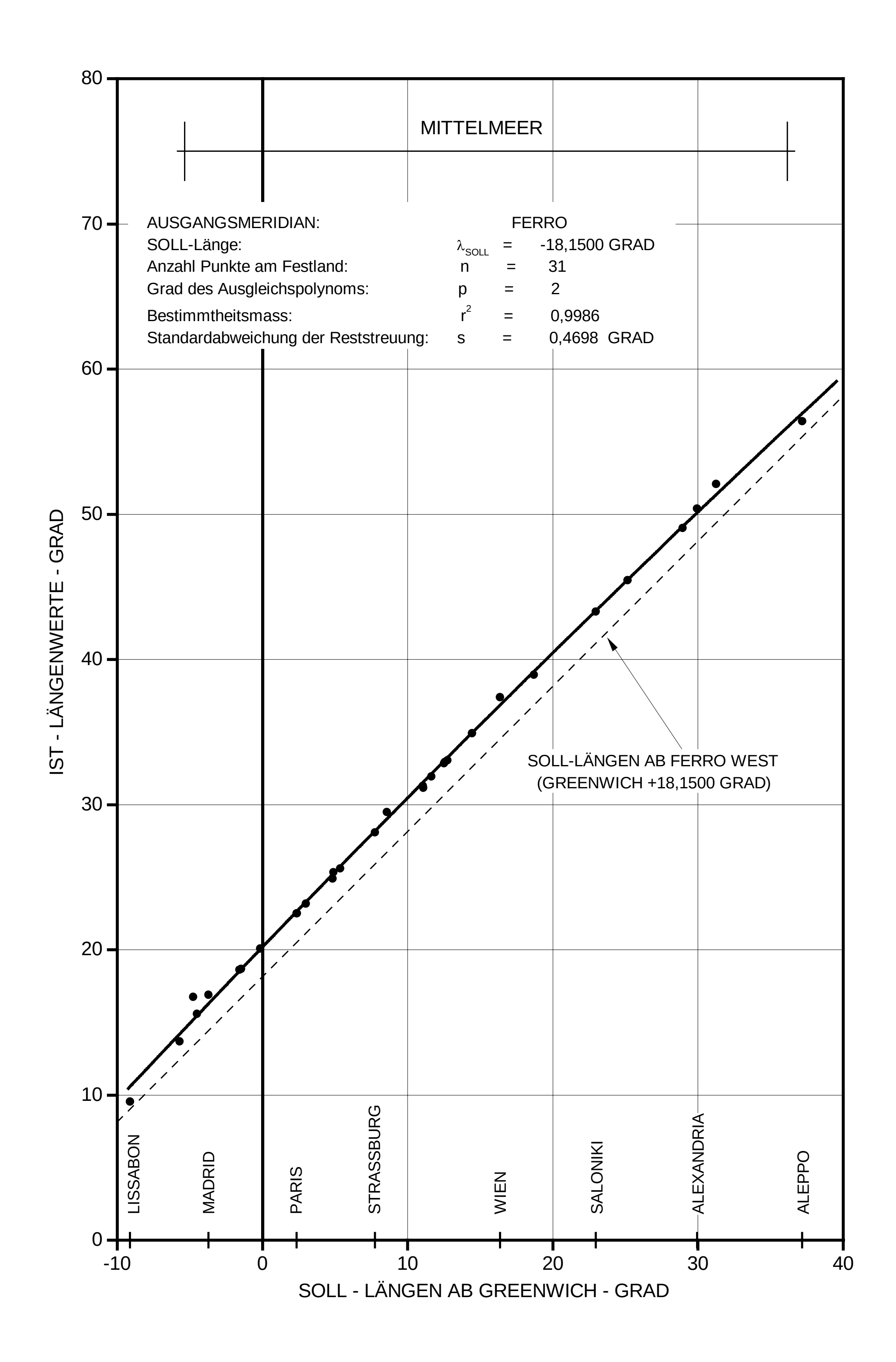


Abb. 4-8-1-b: Längenwerte der Tabelle ‹Basis Geographiæ Recentioris Astronomica› *Johann Gabriel Doppelmeiers*, ca. 1716 bis 1722, enthalten in der Weltkarte im 'Atlas Novus' von *Homann*, erschienen zwischen 1731 und 1742 für den Festlandsbereich der Untersuchung. Ausgangsmeridian: *Ferro* mit der Definition 22°30' westlich von *Paris* (20°10' westlich von *Greenwich*.).

NR	ORTSNAME	φ_{SOLL} SOLL GRAD	$\lambda_{GR/SOLL}$ SOLL GRAD	$\lambda_{LIS/SOLL}$ SOLL GRAD	φ_{IST} TABELLE GRAD	$\lambda_{FERRO/IST}$ TABELLE GRAD	$\lambda_{LIS/IST}$ TABELLE GRAD	$\Delta\varphi$ TABELLE GRAD	$\Delta\lambda$ TABELLE GRAD
1	FERRO KA	27,7000	-18,1500	-9,0167		0,0000	-9,5375		0,5208
2	KAP VERDE	14,7167	-17,5500	-8,4167	14,7167	3,1000	-6,4375	0,0000	-1,9792
3	LISSABON	38,7333	-9,1333	0,0000	38,7569	9,5375	0,0000	0,0236	0,0000
4	ST. HELENA	-15,9667	-5,7167	3,4167	-16,0000	13,6833	4,1458	0,0333	0,7292
5	CORDOBA	37,8833	-4,7667	4,3667	37,9333	16,7625	7,2250	0,0500	2,8583
6	BREST	48,3833	-4,5000	4,6333	48,3833	15,6000	6,0625	0,0000	1,4292
7	MADRID	40,4167	-3,7167	5,4167	40,4333	16,9167	7,3792	0,0167	1,9625
8	NANTES	47,2333	-1,5833	7,5500	47,2219	18,6250	9,0875	-0,0114	1,5375
9	BAYONNE	43,5000	-1,4667	7,6667	43,4931	18,6875	9,1500	-0,0069	1,4833
10	LONDON	51,5000	-0,1667	8,9667	51,5333	20,0792	10,5417	0,0333	1,5750
11	PARIS	48,8667	2,3333	11,4667	48,8361	22,5000	12,9625	-0,0306	1,4958
12	DÜNKIRCHEN	51,0333	2,3833	11,5167	51,0250	22,5125	12,9750	-0,0083	1,4583
13	NARBONNE	43,1833	3,0000	12,1333	43,1917	23,1833	13,6458	0,0083	1,5125
14	LYON	45,7667	4,8333	13,9667	45,7556	24,9125	15,3750	-0,0111	1,4083
15	AMSTERDAM	52,3500	4,9000	14,0333	52,3833	25,3333	15,7958	0,0333	1,7625
16	MARSEILLE	43,3000	5,3667	14,5000	43,0092	25,6167	16,0792	-0,2908	1,5792
17	STRASSBURG	48,5833	7,7500	16,8833	48,5919	28,0833	18,5458	0,0086	1,6625
18	ZÜRICH	47,3833	8,5500	17,6833	47,3667	29,5000	19,9625	-0,0167	2,2792
19	ERFURT	50,9667	11,0333	20,1667	51,1000	31,2875	21,7500	0,1333	1,5833
20	NÜRNBERG	49,4500	11,0833	20,2167	49,4686	31,1667	21,6292	0,0186	1,4125
21	FERRARA	44,8333	11,6333	20,7667	44,9042	31,9333	22,3958	0,0708	1,6292
22	ROM	41,8833	12,5000	21,6333	41,9000	32,8333	23,2958	0,0167	1,6625
23	KOPENHAGEN	55,7167	12,5667	21,7000	55,6792	32,9208	23,3833	-0,0375	1,6833
24	URANIENBURG	55,9167	12,7500	21,8833	55,9042	33,0417	23,5042	-0,0125	1,6208
25	PRAG	50,0833	14,4167	23,5500	50,0750	34,9167	25,3792	-0,0083	1,8292
26	WIEN	48,2167	16,3667	25,5000	48,2500	37,4125	27,8750	0,0333	2,3750
27	DANZIG	54,3667	18,6833	27,8167	54,3811	38,9542	29,4167	0,0144	1,6000
28	SALONIKI	40,6333	22,9667	32,1000	40,6861	43,3000	33,7625	0,0528	1,6625
29	CANDIA	35,3333	25,1333	34,2667	35,3125	45,4667	35,9292	-0,0208	1,6625
30	ISTANBUL	41,0333	28,9500	38,0833	41,1000	49,0583	39,5208	0,0667	1,4375
31	ALEXANDRIA	31,2167	29,9167	39,0500	31,1833	50,4000	40,8625	-0,0333	1,8125
32	KAIRO	30,0500	31,2500	40,3833	30,0389	52,0833	42,5458	-0,0111	2,1625
33	ALEPPO	36,2333	37,1667	46,3000	36,2519	56,4125	46,8750	0,0186	0,5750

Zur Berechnung der Achse des Mittelmeeres: Cadiz λ = 13,6666 GRAD

Tab. 4-8-1: Längen- und Breitenfehler der Tabelle ‹Basis Geographiæ Recentioris Astronomica› von *Johann Gabriel Doppelmeier* ca. 1716 bis 1722, enthalten in der Weltkarte im Atlas Novus von *Homann*, erschienen zwischen 1731 und 1742. Ausgangsmeridian: *Ferro* mit Definition 22°30' westlich von *Paris* (20°10' westlich von *Greenwich*). Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

4-8-2 Johann Philipp von Wurzelbau, Tabellen, 1719

4-8-2-1 Tabelle a, 1719

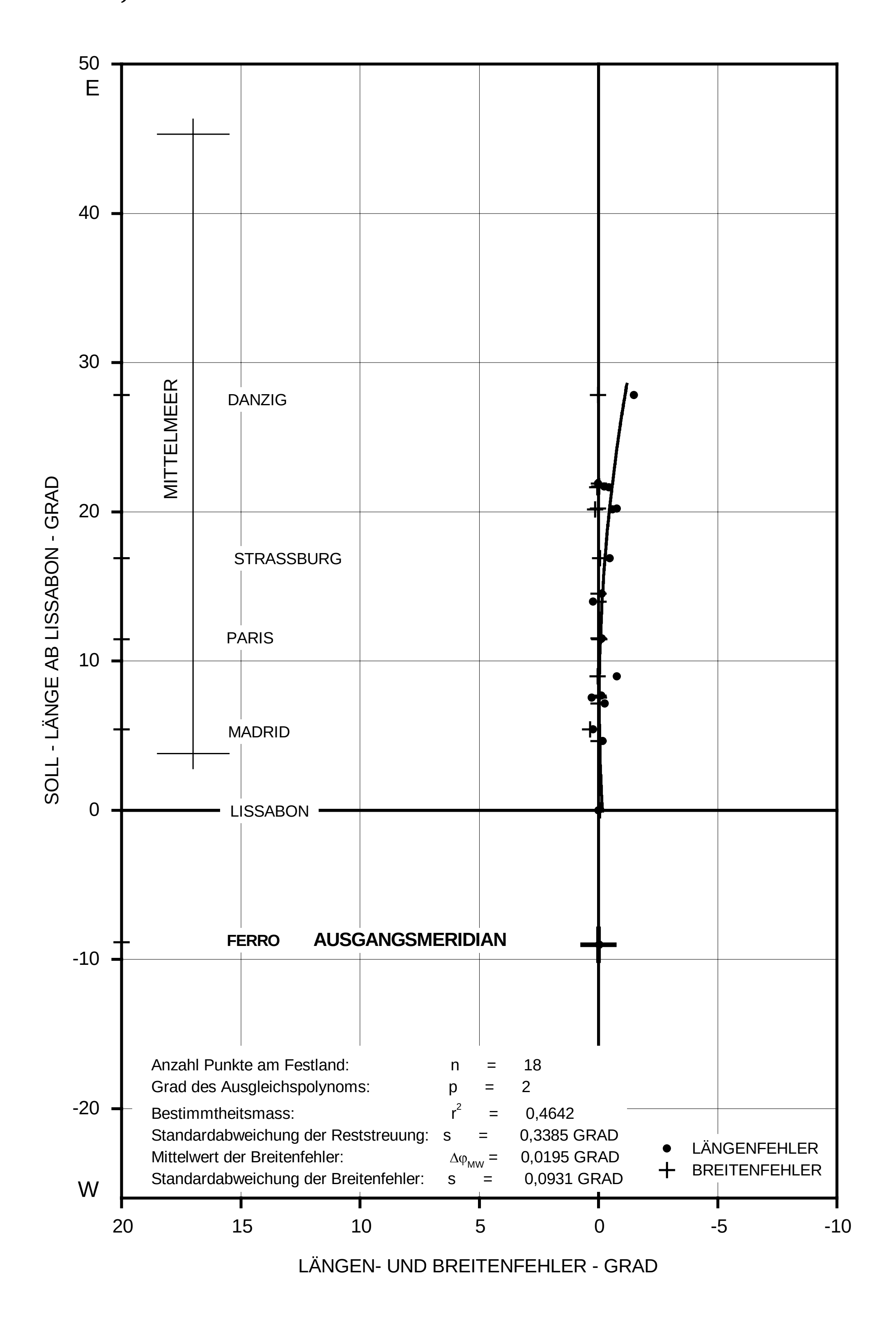


Abb. 4-8-2-1-a: Längen- und Breitenfehler des ‹Catalogus Locorum› in 'Uranies Noricæ Basis Astronomica' von *Johann Philipp von Wurzelbau*, 1719. Ausgangsmeridian: Westspitze *Ferro* (verdeckter Meridian von *Paris*), 18°09' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

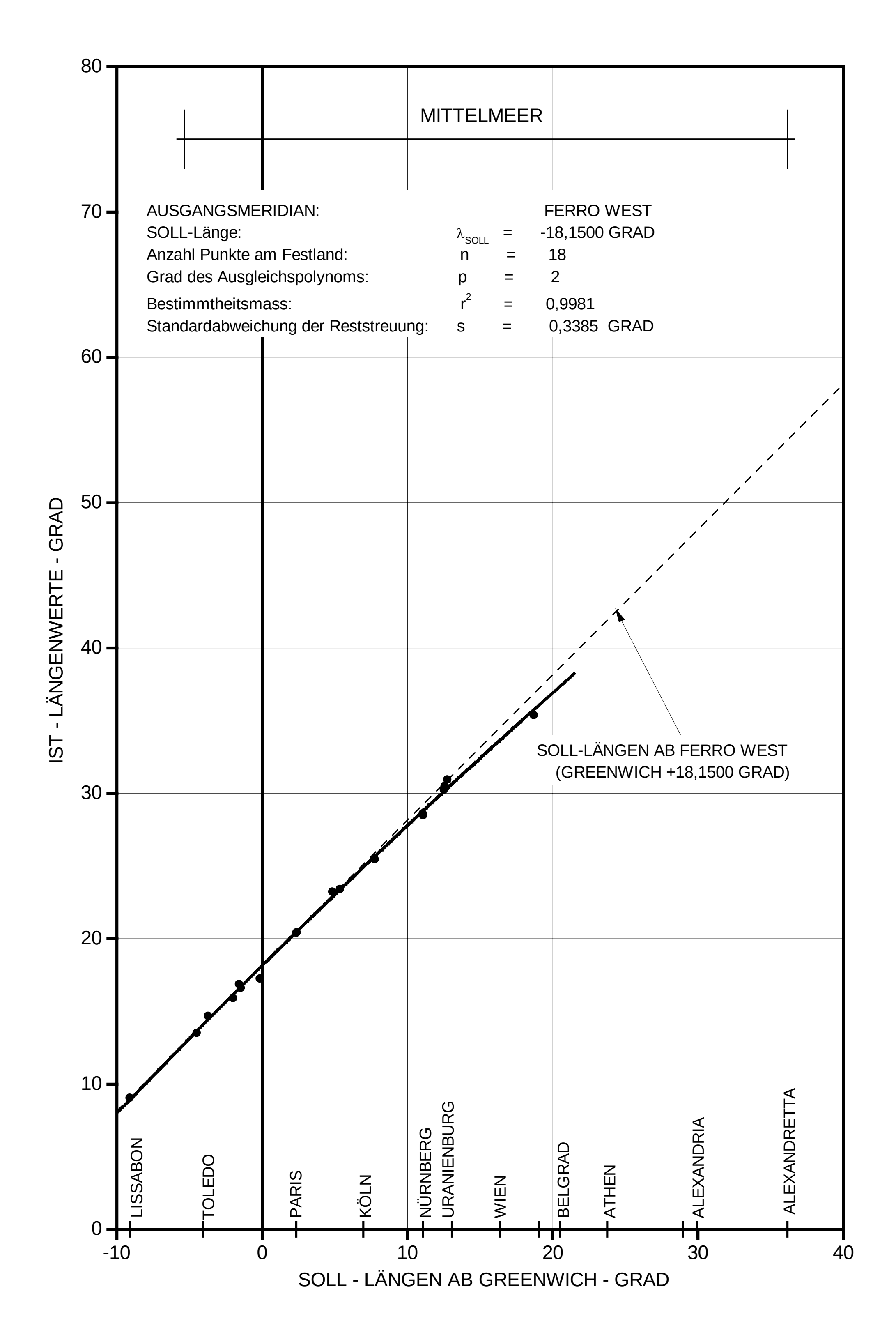


Abb. 4-8-2-1-b Längenwerte des ‹Catalogus Locorum› in 'Uranies Noricæ Basis Astronomica' von *Johann Philipp von Wurzelbau*, 1719, für den Festlandsbereich der Untersuchung. Ausgangsmeridian: Westspitze *Ferro* (verdeckter Meridian von *Paris*), 18°09' westlich von *Greenwich*.

NR	ORTSNAME	φ_{SOLL} SOLL GRAD	$\lambda_{GR/SOLL}$ SOLL GRAD	$\lambda_{LIS/SOLL}$ SOLL GRAD	φ_{IST} TABELLE GRAD	$\lambda_{FERRO/IST}$ TABELLE GRAD	$\lambda_{LIS/IST}$ TABELLE GRAD	$\Delta\varphi$ TABELLE GRAD	$\Delta\lambda$ TABELLE GRAD
1	FERRO KA W	27,7000	-18,1500	-9,0167		0,0000	-9,0500		-0,0333
2	LISSABON	38,7333	-9,1333	0,0000	38,6667	9,0500	0,0000	-0,0667	0,0000
3	BREST	48,3833	-4,5000	4,6333	48,3833	13,5167	4,4667	0,0000	-0,1667
4	MADRID	40,4167	-3,7167	5,4167	40,7639	14,7000	5,6500	0,3472	0,2333
5	ST. MALO	48,6500	-2,0000	7,1333	48,6417	15,9167	6,8667	-0,0083	-0,2667
6	NANTES	47,2333	-1,5833	7,5500	47,2167	16,8833	7,8333	-0,0167	0,2833
7	BAYONNE	43,5000	-1,4667	7,6667	43,5000	16,6000	7,5500	0,0000	-0,1167
8	LONDON	51,5000	-0,1667	8,9667	51,5333	17,2500	8,2000	0,0333	-0,7667
9	PARIS	48,8667	2,3333	11,4667	48,8361	20,4167	11,3667	-0,0306	-0,1000
10	DÜNKIRCHEN	51,0333	2,3833	11,5167	51,0333	20,4333	11,3833	0,0000	-0,1333
11	LYON	45,7667	4,8333	13,9667	45,7667	23,2500	14,2000	0,0000	0,2333
12	MARSEILLE	43,3000	5,3667	14,5000	43,2936	23,4042	14,3542	-0,0064	-0,1458
13	STRASSBURG	48,5833	7,7500	16,8833	48,5167	25,4583	16,4083	-0,0667	-0,4750
14	ERFURT	50,9667	11,0333	20,1667	51,1000	28,6167	19,5667	0,1333	-0,6000
15	NÜRNBERG	49,4500	11,0833	20,2167	49,4686	28,5000	19,4500	0,0186	-0,7667
16	ROM	41,8833	12,5000	21,6333	41,9333	30,2500	21,2000	0,0500	-0,4333
17	KOPENHAGEN	55,7167	12,5667	21,7000	55,6833	30,5000	21,4500	-0,0333	-0,2500
18	URANIENBURG	55,9167	12,7500	21,8833	55,9000	30,9500	21,9000	-0,0167	0,0167
19	DANZIG	54,3667	18,6833	27,8167	54,3811	35,3833	26,3333	0,0144	-1,4833

Die Orte Lissabon, Madrid, Lyon, Rom und Uranienburg sind bei Wurzelbau mit zwei Werten angeführt die gemittelt wurden. Der durchschnittliche Längenunterschied beträgt 10'.

Tab 4-8-2-1: Tabelle a: Längen- und Breitenfehler des ‹Catalogus Locorum› in 'Uranies Noricæ Basis Astronomica' von *Johann Philipp von Wurzelbau*, 1719. Ausgangsmeridian: Westspitze *Ferro* (verdeckter Meridian 20°25' westlich von *Paris*), 18°09' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

4-8-2-2 Tabelle b, 1719'

NR	ORTSNAME	φ_{SOLL}	$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	φ_{IST}	$\lambda_{FERRO/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\varphi$	$\Delta\lambda$
		SOLL	SOLL	SOLL	TABELLE	TABELLE	TABELLE	TABELLE	TABELLE
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
1	FERRO KA, W		-18,1500	-9,0167		0,0000	-11,1500		2,1333
2	KAP VERDE		-17,5500	-8,4167		3,0000	-8,1500		-0,2667
3	LISSABON		-9,1333	0,0000		11,1500	0,0000		0,0000
4	BREST		-4,5000	4,6333		15,6000	4,4500		-0,1833
5	MADRID		-3,7167	5,4167		16,5917	5,4417		0,0250
6	ST. MALO		-2,0000	7,1333		18,0000	6,8500		-0,2833
7	NANTES		-1,5833	7,5500		18,6250	7,4750		-0,0750
8	BAYONNE		-1,4667	7,6667		18,6875	7,5375		-0,1292
9	GREENWICH		0,0000	9,1333		19,9167	8,7667		-0,3667
10	PARIS		2,3333	11,4667		22,5000	11,3500		-0,1167
11	DÜNKIRCHEN		2,3833	11,5167		22,5125	11,3625		-0,1542
12	LYON		4,8333	13,9667		25,4792	14,3292		0,3625
13	MARSEILLE		5,3667	14,5000		25,4167	14,2667		-0,2333
14	ERFURT		11,0333	20,1667		31,2875	20,1375		-0,0292
15	NÜRNBERG		11,0833	20,2167		31,1667	20,0167		-0,2000
16	LEIPZIG		12,3333	21,4667		32,1667	21,0167		-0,4500
17	ROM		12,5000	21,6333		32,9167	21,7667		0,1333
18	KOPENHAGEN		12,5667	21,7000		32,9208	21,7708		0,0708
19	URANIENBURG		12,7500	21,8833		33,0417	21,8917		0,0083
20	DANZIG		18,6833	27,8167		38,0417	26,8917		-0,9250

Tab 4-8-2-2: Tabelle b: Längenfehler des ‹Catalogus Locorum› in 'Uranies Noricæ Basis Astronomica' von *Johann Philipp von Wurzelbau*, 1719. Ausgangsmeridian: Westspitze *Ferro* (verdeckter Meridian 22°30' westlich von *Paris*), 18°09' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

4-8-4 *Christoph Weigel*, Atlas, 1720

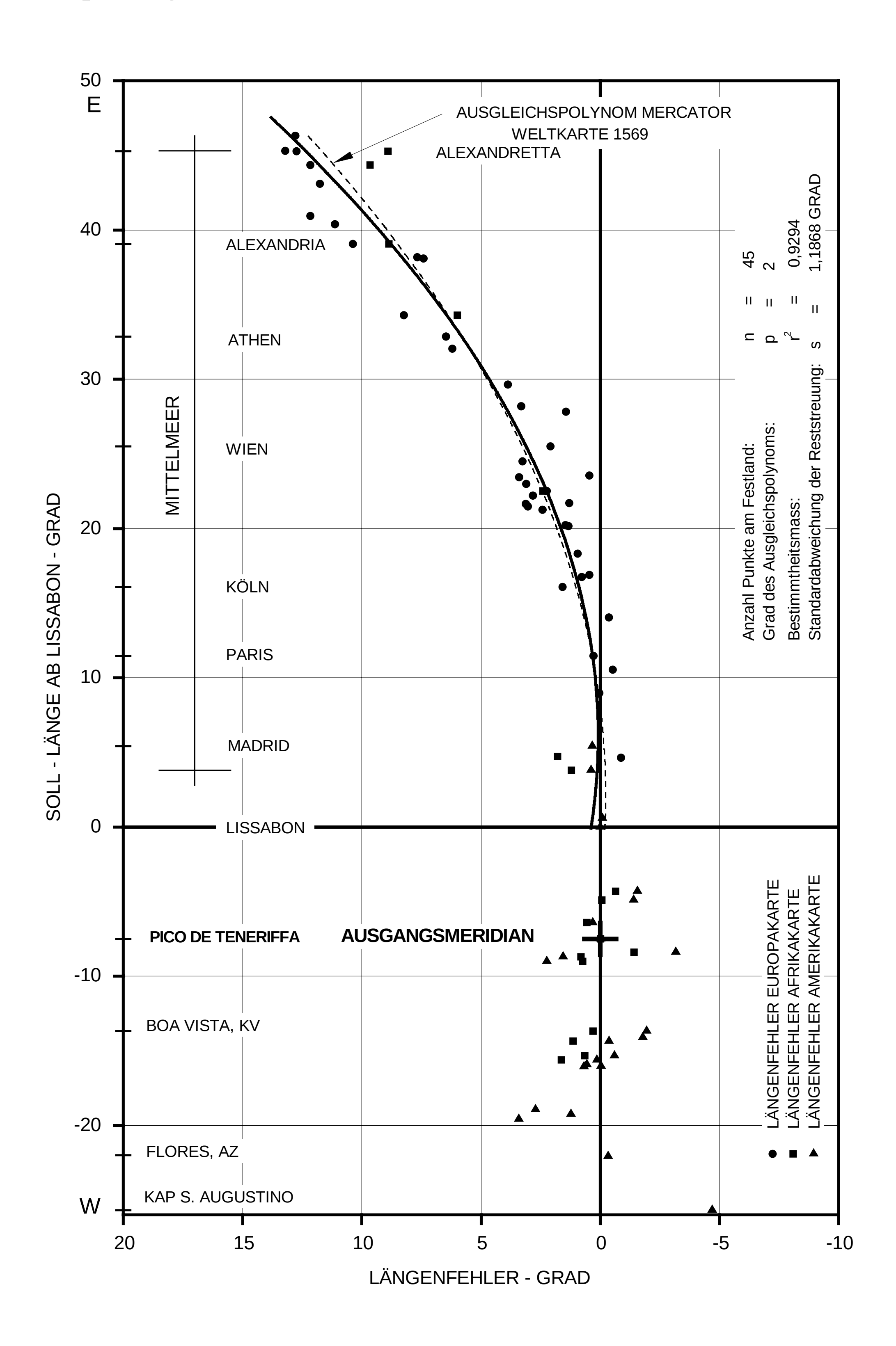


Abb. 4-8-4-a: Längenfehler der Erdteilkarten in *Christoph Weigels* 'Atlas scholasticus et itinerarius complectens', 1720. Ausgangsmeridian: *Pico de Teneriffa*, 16°39' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

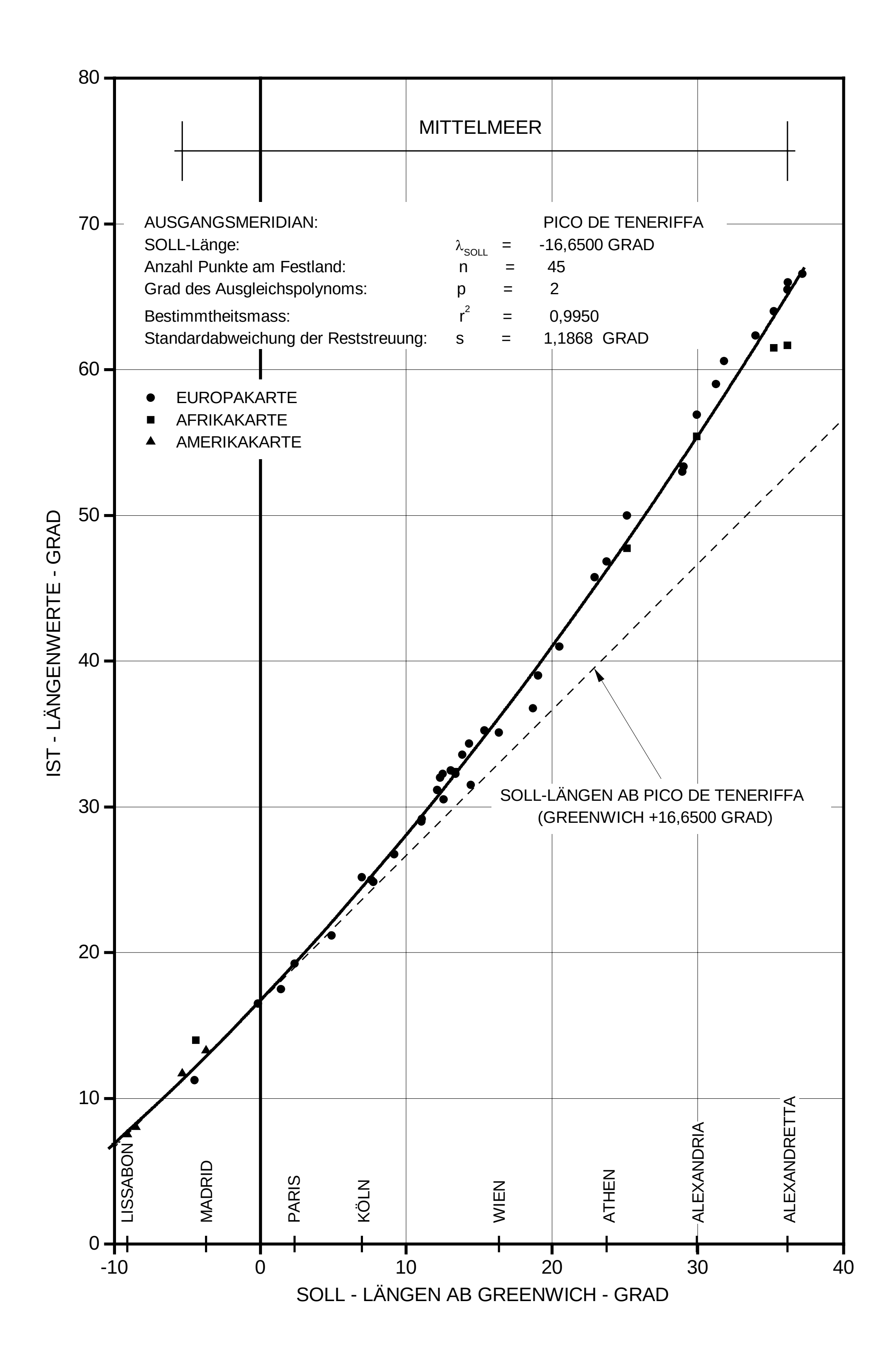


Abb. 4-8-4-b: Längenwerte der Erdteilkarten von Europa, Afrika und Amerika in *Christoph Weigels* 'Atlas scholasticus et itinerarius complectens', 1720 für den Festlandsbereich der Untersuchung. Ausgangsmeridian: *Pico de Teneriffa*, 16°39' westlich von *Greenwich*.

NR	ORTSNAME	$\lambda_{GR/SOLL}$ SOLL GRAD	$\lambda_{LIS/SOLL}$ SOLL GRAD	$\lambda_{PICO/IST}$ EK GRAD	$\lambda_{LIS/IST}$ EK GRAD	$\Delta\lambda$ EK GRAD	$\lambda_{PICO/IST}$ AFK GRAD	$\lambda_{LIS/IST}$ AFK GRAD	$\Delta\lambda$ AFK GRAD
1	S. LUCIA KV	-24,7500	-15,6167				-9,7500	-17,2500	1,6333
2	FOGO KV	-24,4833	-15,3500				-8,5000	-16,0000	0,6500
3	SANTIAGO KV	-23,5000	-14,3667				-8,0000	-15,5000	1,1333
4	BOA VISTA KV	-22,8333	-13,7000				-6,5000	-14,0000	0,3000
5	FERRO KA, W	-18,1500	-9,0167				-2,2500	-9,7500	0,7333
6	PALMA KA, Sta. Cruz	-17,8333	-8,7000				-2,0000	-9,5000	0,8000
7	KAP VERDE	-17,5500	-8,4167				0,5000	-7,0000	-1,4167
8	TENERIFFA KA, Pico	-16,6500	-7,5167				0,0000	-7,5000	-0,0167
9	GRAN KANARIA KA	-15,5667	-6,4333				0,5000	-7,0000	0,5667
10	FUERTA VENTURA KA	-14,0333	-4,9000				2,6667	-4,8333	-0,0667
11	LANZAROTE KA, E	-13,4500	-4,3167				3,8333	-3,6667	-0,6500
12	GIBRALTAR	-5,3500	3,7833				12,5000	5,0000	1,2167
13	BREST	-4,5000	4,6333	11,2500	3,7500	-0,8833			
14	MALAGA	-4,4167	4,7167				14,0000	6,5000	1,7833
15	LONDON	-0,1667	8,9667	16,5000	9,0000	0,0333			
16	TOULOUSE	1,4000	10,5333	17,5000	10,0000	-0,5333			
17	PARIS	2,3333	11,4667	19,2500	11,7500	0,2833			
18	AMSTERDAM	4,9000	14,0333	21,1667	13,6667	-0,3667			
19	KÖLN	6,9500	16,0833	25,1667	17,6667	1,5833			
20	BASEL	7,6000	16,7333	25,0000	17,5000	0,7667			
21	STRASSBURG	7,7500	16,8833	24,8333	17,3333	0,4500			
22	KONSTANZ	9,1667	18,3000	26,7500	19,2500	0,9500			
23	ERFURT	11,0333	20,1667	29,0000	21,5000	1,3333			
24	NÜRNBERG	11,0833	20,2167	29,1667	21,6667	1,4500			
25	REGENSBURG	12,1167	21,2500	31,1667	23,6667	2,4167			
26	VENEDIG	12,3333	21,4667	32,0000	24,5000	3,0333			
27	ROM	12,5000	21,6333	32,2500	24,7500	3,1167			
28	KOPENHAGEN	12,5667	21,7000	30,5000	23,0000	1,3000			
29	SALZBURG	13,0500	22,1833	32,5000	25,0000	2,8167			
30	PALERMO	13,3833	22,5167	32,2500	24,7500	2,2333	32,4167	24,9167	2,4000
31	VILLACH	13,8500	22,9833	33,5833	26,0833	3,1000			
32	KLAGENFURT	14,3000	23,4333	34,3333	26,8333	3,4000			
33	PRAG	14,4167	23,5500	31,5000	24,0000	0,4500			
34	GRAZ	15,3667	24,5000	35,2500	27,7500	3,2500			
35	WIEN	16,3667	25,5000	35,0833	27,5833	2,0833			
36	DANZIG	18,6833	27,8167	36,7500	29,2500	1,4333			
37	BUDAPEST (Pest)	19,0500	28,1833	39,0000	31,5000	3,3167			
38	BELGRAD	20,5000	29,6333	41,0000	33,5000	3,8667			
39	KORINTH	22,9167	32,0500	45,7500	38,2500	6,2000			
40	ATHEN	23,7333	32,8667	46,8333	39,3333	6,4667			
41	CANDIA	25,1333	34,2667	50,0000	42,5000	8,2333	47,7500	40,2500	5,9833
42	ISTANBUL	28,9500	38,0833	53,0000	45,5000	7,4167			
43	CHALCEDON	29,0333	38,1667	53,3333	45,8333	7,6667			
44	ALEXANDRIA	29,9167	39,0500	56,9167	49,4167	10,3667	55,4167	47,9167	8,8667
45	KAIRO	31,2500	40,3833	59,0000	51,5000	11,1167			
46	DAMIETTA	31,8000	40,9333	60,5833	53,0833	12,1500			
47	FAMAGUSTA	33,9500	43,0833	62,3333	54,8333	11,7500			

/Seite 2

NR	ORTSNAME	$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	$\lambda_{PICO/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\lambda$	$\lambda_{PICO/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\lambda$
		SOLL	SOLL	EK	EK	EK	AFK	AFK	AFK
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
48	JERUSALEM	35,2167	44,3500	64,0000	56,5000	12,1500	61,5000	54,0000	9,6500
49	ALEXANDRETTA	36,1333	45,2667	65,5000	58,0000	12,7333	61,6667	54,1667	8,9000
50	ANTIOCHIA	36,1667	45,3000	66,0000	58,5000	13,2000			
51	ALEPPO	37,1667	46,3000	66,5833	59,0833	12,7833			

Längenwert *Lissabons* aus der Amerikakarte

Tab. 4-8-4-a: Längenfehler in *Christoph Weigels* 'Atlas scholasticus et itinerarius complectens', für die Erdteilkarten von Europa und Afrika, 1720. Ausgangsmeridian: *Pico de Teneriffa*, 16°39' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

NR	ORTSNAME	$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	$\lambda_{PICO/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\lambda$	$\lambda_{PICO/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\lambda$
		SOLL	SOLL	AMK	AMK	AMK			
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
1	KAP S. AUGUSTINO	-34,8333	-25,7000	-13,5000	-21,0000	-4,7000			
2	FLORES AZ	-31,2167	-22,0833	-14,2500	-21,7500	-0,3333			
3	FAYAL AZ	-28,7167	-19,5833	-15,5000	-23,0000	3,4167			
4	PICO AZ	-28,4000	-19,2667	-13,0000	-20,5000	1,2333			
5	S. JORGE AZ	-28,0833	-18,9500	-14,1667	-21,6667	2,7167			
6	SANTA MARIA AZ, W	-25,2000	-16,0667	-9,2500	-16,7500	0,6833			
7	S. MIGUEL AZ, E	-25,1667	-16,0333	-8,5000	-16,0000	-0,0333			
8	SAN ANTONIO KV	-25,0667	-15,9333	-9,0000	-16,5000	0,5667			
9	S. LUCIA KV	-24,7500	-15,6167	-8,2500	-15,7500	0,1333			
10	FOGO KV	-24,4833	-15,3500	-7,2500	-14,7500	-0,6000			
11	SANTIAGO KV	-23,5000	-14,3667	-6,5000	-14,0000	-0,3667			
12	MAYO KV	-23,2500	-14,1167	-4,8333	-12,3333	-1,7833			
13	BOA VISTA KV	-22,8333	-13,7000	-4,2500	-11,7500	-1,9500			
14	FERRO KA, W	-18,1500	-9,0167	-3,7500	-11,2500	2,2333			
15	PALMA KA, Sta. Cruz	-17,8333	-8,7000	-2,7500	-10,2500	1,5500			
16	KAP VERDE	-17,5500	-8,4167	2,2500	-5,2500	-3,1667			
17	TENERIFFA KA, Pico	-16,6500	-7,5167	0,0000	-7,5000	-0,0167			
18	GRAN KAARIA KA	-15,5667	-6,4333	0,7500	-6,7500	0,3167			
19	FUERTA VENTURA KA	-14,0333	-4,9000	4,0000	-3,5000	-1,4000			
20	LANZAROTE KA, E	-13,4500	-4,3167	4,7500	-2,7500	-1,5667			
21	LISSABON	-9,1333	0,0000	7,5000	0,0000	0,0000			
22	SANTIAGO DE COMP.	-8,5500	0,5833	8,0000	0,5000	-0,0833			
23	GIBRALTAR	-5,3500	3,7833	11,6667	4,1667	0,3833			
24	MADRID	-3,7167	5,4167	13,2500	5,7500	0,3333			

Tab. 4-8-4-b: Längenfehler in *Christoph Weigels* 'Atlas scholasticus et itinerarius complectens', der Erdteilkarte von Amerika, 1720, Ausgangsmeridian: *Pico de Teneriffa*, 16°39' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

4-8-5 *Johann Baptist Homann*, Atlas, zwischen 1731 und 1742

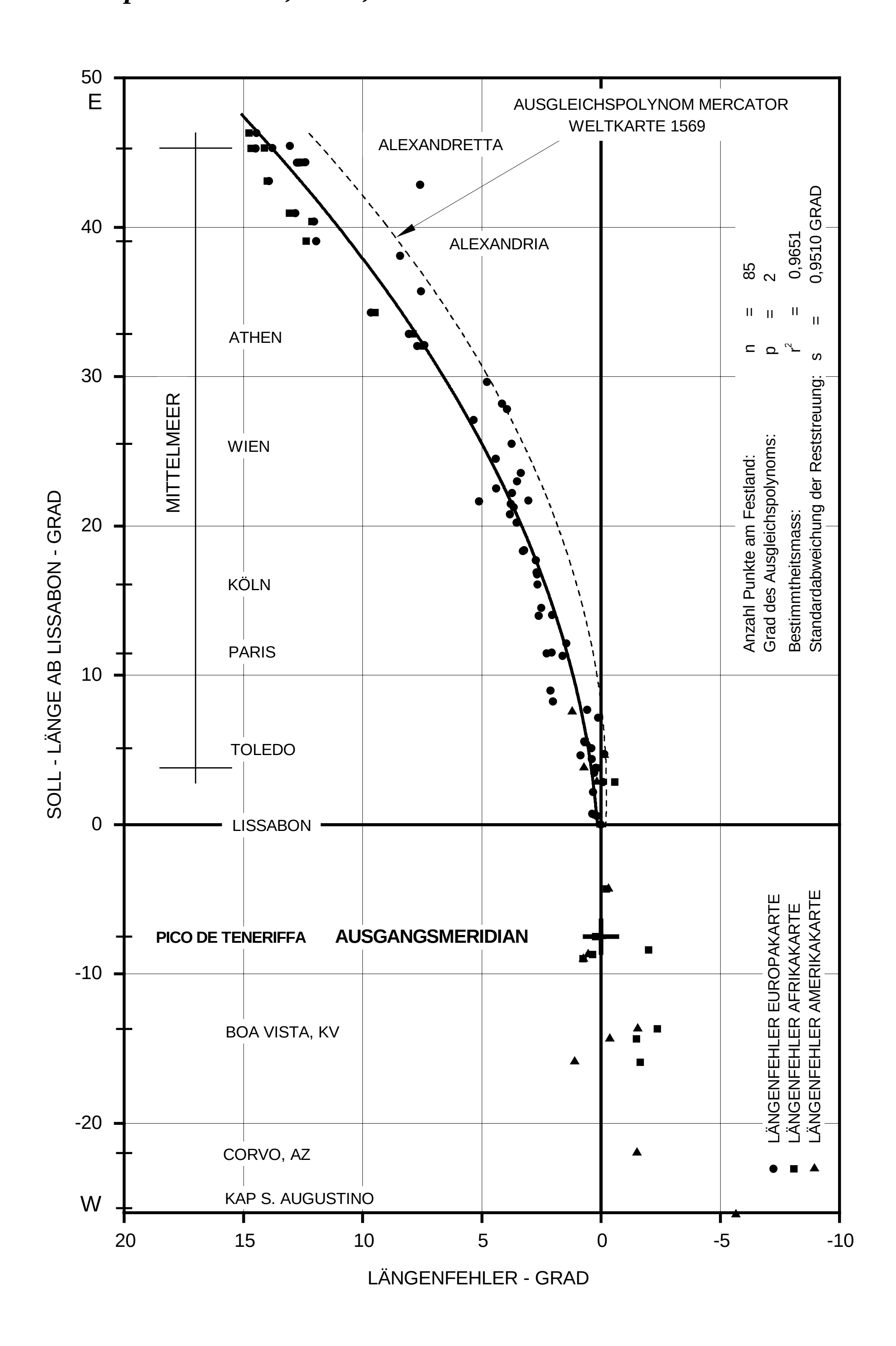


Abb. 4-8-5-a: Längenfehler der Erdteilkarten in *Johann Baptist Homanns*, 'Atlas Novus' zwischen 1731 und 1742. Ausgangsmeridian: *Pico de Teneriffa*, 16°39' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

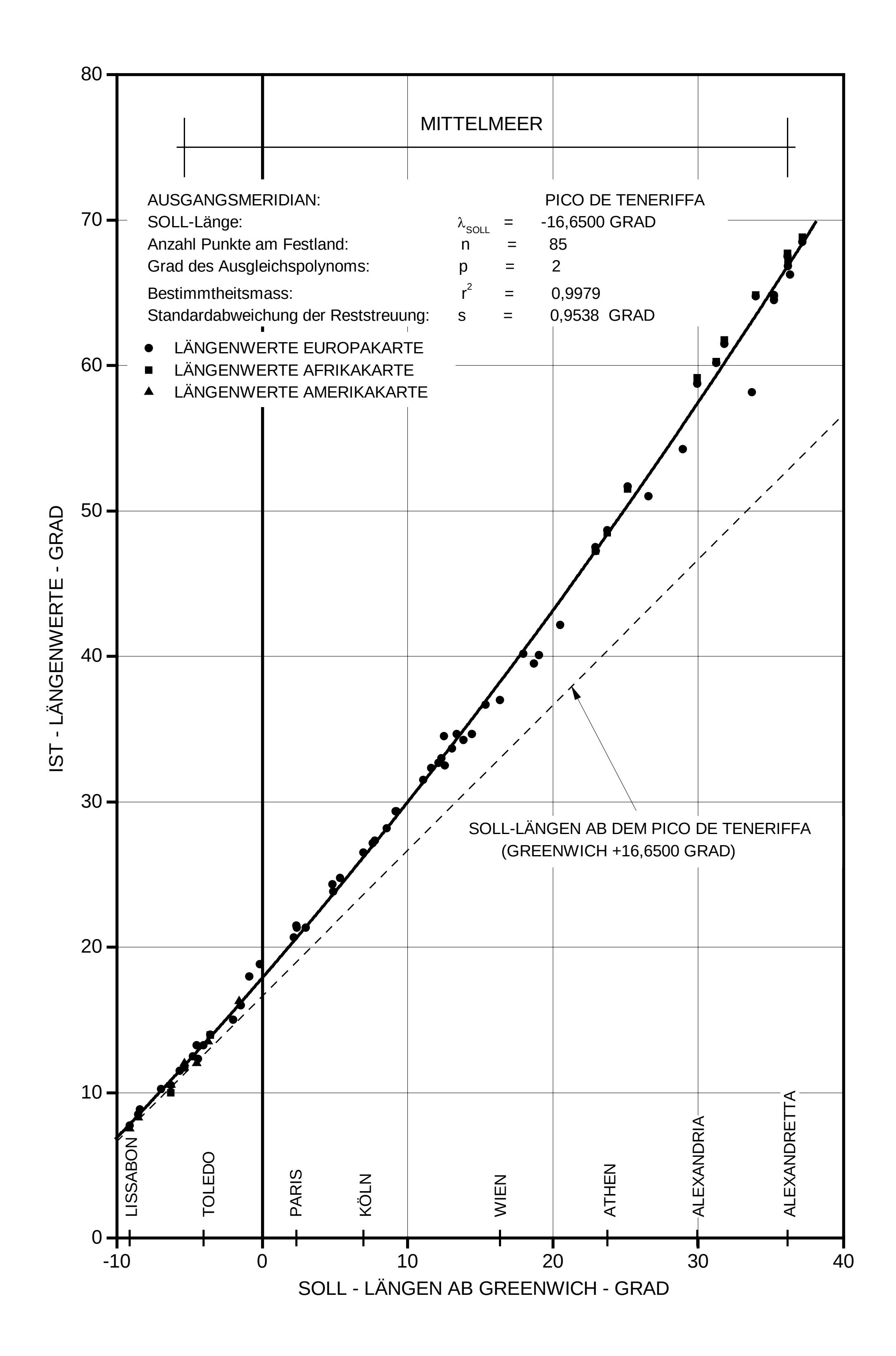


Abb. 4-8-5-b: Längenwerte der Erdteilkarten von Europa, Amerika und Afrika in *Johann Baptist Homanns*, 'Atlas Novus' zwischen 1731 und 1742, für den Festlandsbereich der Untersuchung. Ausgangsmeridian: *Pico de Teneriffa*, 16°39' westlich von *Greenwich*.

		$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	$\lambda_{PICO/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta \lambda$	$\lambda_{PICO/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta \lambda$
NR	ORTSNAME	SOLL	SOLL	EK	EK	EK	AFK	AFK	AFK
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
1	SAN ANTONIO KV	-25,0667	-15,9333				-6,5333	-14,2833	-1,6500
2	SANTIAGO KV	-23,5000	-14,3667				-5,1333	-12,8833	-1,4833
3	BOA VISTA KV	-22,8333	-13,7000				-3,5833	-11,3333	-2,3667
4	FERRO KA	-18,1333	-9,0000				-2,0000	-9,7500	0,7500
5	PALMA KA	-17,8333	-8,7000				-1,3000	-9,0500	0,3500
6	KAP VERDE	-17,5500	-8,4167				1,3333	-6,4167	-2,0000
7	TENERIFFA KA, Pico	-16,6500	-7,5167				0,0000	-7,7500	0,2333
8	LANZAROTE KA	-13,4500	-4,3167				3,6667	-4,0833	-0,2333
9	LISSABON	-9,1333	0,0000	7,7500	0,0000	0,0000			
10	SANTIAGO DE COMP.	-8,5500	0,5833	8,5000	0,7500	0,1667			
11	COIMBRA	-8,4167	0,7167	8,8333	1,0833	0,3667			
12	BADAJOZ	-6,9667	2,1667	10,2500	2,5000	0,3333			
13	CADIZ	-6,3000	2,8333	10,5000	2,7500	-0,0833	10,0000	2,2500	-0,5833
14	SALAMANCA	-5,6667	3,4667	11,5000	3,7500	0,2833			
15	GIBRALTAR	-5,3500	3,7833	11,7500	4,0000	0,2167	11,7000	3,9500	0,1667
16	CORDOBA	-4,7667	4,3667	12,5000	4,7500	0,3833			
17	BREST	-4,5000	4,6333	13,2500	5,5000	0,8667			
18	MALAGA	-4,4167	4,7167	12,3333	4,5833	-0,1333			
19	TOLEDO	-4,0333	5,1000	13,2500	5,5000	0,4000			
20	GRANADA	-3,5833	5,5500	14,0000	6,2500	0,7000	13,9667	6,2167	0,6667
21	ST. MALO	-2,0000	7,1333	15,0000	7,2500	0,1167			
22	BAYONNE	-1,4667	7,6667	16,0000	8,2500	0,5833			
23	SARAGOSSA	-0,9000	8,2333	18,0000	10,2500	2,0167			
24	LONDON	-0,1667	8,9667	18,8333	11,0833	2,1167			
25	BARCELONA	2,1667	11,3000	20,6667	12,9167	1,6167			
26	PARIS	2,3333	11,4667	21,5000	13,7500	2,2833			
27	DÜNKIRCHEN	2,3833	11,5167	21,3333	13,5833	2,0667			
28	NARBONNE	3,0000	12,1333	21,3333	13,5833	1,4500			
29	LYON	4,8333	13,9667	24,3333	16,5833	2,6167			
30	AMSTERDAM	4,9000	14,0333	23,8333	16,0833	2,0500			
31	MARSEILLE	5,3667	14,5000	24,7500	17,0000	2,5000			
32	KÖLN	6,9500	16,0833	26,5000	18,7500	2,6667			
33	BASEL	7,6000	16,7333	27,1667	19,4167	2,6833			
34	STRASSBURG	7,7500	16,8833	27,3333	19,5833	2,7000			
35	ZÜRICH	8,5500	17,6833	28,1667	20,4167	2,7333			
36	KONSTANZ	9,1667	18,3000	29,3333	21,5833	3,2833			
37	HEILBRONN	9,2333	18,3667	29,3333	21,5833	3,2167			
38	NÜRNBERG	11,0833	20,2167	31,5000	23,7500	3,5333			
39	FERRARA	11,6333	20,7667	32,3333	24,5833	3,8167			
40	REGENSBURG	12,1167	21,2500	32,6667	24,9167	3,6667			
41	VENEDIG	12,3333	21,4667	33,0000	25,2500	3,7833			
42	ROM	12,5000	21,6333	34,5000	26,7500	5,1167			
43	KOPENHAGEN	12,5667	21,7000	32,5000	24,7500	3,0500			
44	SALZBURG	13,0500	22,1833	33,6667	25,9167	3,7333			
45	PALERMO	13,3833	22,5167	34,6667	26,9167	4,4000			
46	VILLACH	13,8500	22,9833	34,2500	26,5000	3,5167			
47	PRAG	14,4167	23,5500	34,6667	26,9167	3,3667			

/Seite 2

		$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	$\lambda_{PICO/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\lambda$	$\lambda_{PICO/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\lambda$
NR	ORTSNAME	SOLL	SOLL	EK	EK	EK	AFK	AFK	AFK
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
48	GRAZ	15,3667	24,5000	36,6667	28,9167	4,4167			
49	WIEN	16,3667	25,5000	37,0000	29,2500	3,7500			
50	BRINDISI	17,9500	27,0833	40,1667	32,4167	5,3333			
51	DANZIG	18,6833	27,8167	39,5000	31,7500	3,9333			
52	BUDAPEST	19,0500	28,1833	40,0833	32,3333	4,1500			
53	BELGRAD	20,5000	29,6333	42,1667	34,4167	4,7833			
54	KORINTH	22,9167	32,0500	47,5000	39,7500	7,7000	47,2500	39,5000	7,4500
55	SALONIKI	22,9667	32,1000	47,2500	39,5000	7,4000			
56	ATHEN	23,7333	32,8667	48,6667	40,9167	8,0500	48,5000	40,7500	7,8833
57	CANDIA	25,1333	34,2667	51,6667	43,9167	9,6500	51,5000	43,7500	9,4833
58	EDIRNE	26,5667	35,7000	51,0000	43,2500	7,5500			
59	ISTANBUL	28,9500	38,0833	54,2500	46,5000	8,4167			
60	ALEXANDRIA	29,9167	39,0500	58,7500	51,0000	11,9500	59,1667	51,4167	12,3667
61	KAIRO	31,2500	40,3833	60,1667	52,4167	12,0333	60,2500	52,5000	12,1167
62	DAMIETTA	31,8000	40,9333	61,5000	53,7500	12,8167	61,7500	54,0000	13,0667
63	PEREKOP	33,7000	42,8333	58,1667	50,4167	7,5833			
64	FAMAGUSTA	33,9500	43,0833	64,7500	57,0000	13,9167	64,8333	57,0833	14,0000
65	BETHLEHEM	35,2000	44,3333	64,8333	57,0833	12,7500			
66	TYRUS	35,2000	44,3333	64,7500	57,0000	12,6667	64,7167	56,9667	12,6333
67	JERUSALEM	35,2167	44,3500	64,5000	56,7500	12,4000	64,6333	56,8833	12,5333
68	ALEXANDRETTA	36,1333	45,2667	67,5000	59,7500	14,4833	67,7000	59,9500	14,6833
69	ANTIOCHIA	36,1667	45,3000	66,8333	59,0833	13,7833	67,1667	59,4167	14,1167
70	DAMASKUS	36,3167	45,4500	66,2500	58,5000	13,0500			
71	ALEPPO	37,1667	46,3000	68,5000	60,7500	14,4500	68,8167	61,0667	14,7667

Tab. 4-8-5-a: Längenfehler der Erdteilkarten von Europa und Afrika in *Johann Baptist Homanns*, 'Atlas Novus', zwischen 1731 und 1742. Ausgangsmeridian: *Pico de Teneriffa*, 16°39' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

NR	ORTSNAME	$\lambda_{GR/SOLL}$ SOLL GRAD	$\lambda_{LIS/SOLL}$ SOLL GRAD	$\lambda_{PICO/IST}$ AMK GRAD	$\lambda_{LIS/IST}$ AMK GRAD	$\Delta\lambda$ AMK GRAD	$\lambda_{PICO/IST}$ GRAD	$\lambda_{LIS/IST}$ GRAD	$\Delta\lambda$ GRAD
1	KAP SAO AUGUSTINO	-35,2833	-26,1500	-13,0000	-20,5000	-5,6500			
2	CORVO AZ	-31,1333	-22,0000	-13,0000	-20,5000	-1,5000			
3	SANTA MARIA AZ	-25,0333	-15,9000	-9,5000	-17,0000	1,1000			
4	SANTIAGO KV Z	-23,5000	-14,3667	-6,5000	-14,0000	-0,3667			
5	BOA VISTA KV	-22,8333	-13,7000	-4,6667	-12,1667	-1,5333			
6	FERRO KA	-18,1500	-9,0167	-2,2500	-9,7500	0,7333			
7	PALMA KA	-17,8333	-8,7000	-1,7500	-9,2500	0,5500			
8	TENERIFFA KA, Pico	-16,6500	-7,5167	0,0000	-7,5000	-0,0167			
9	LANZAROTE KA	-13,4500	-4,3167	3,5000	-4,0000	-0,3167			
10	LISSABON	-9,1333	0,0000	7,5000	0,0000	0,0000			
11	SANTIAGO DE COMP.	-8,5500	0,5833	8,2500	0,7500	0,1667			
12	CADIZ	-6,3000	2,8333	10,5000	3,0000	0,1667			
13	GIBRALTAR	-5,3500	3,7833	12,0000	4,5000	0,7167			
14	BREST	-4,5000	4,6333	12,0000	4,5000	-0,1333			
15	MADRID	-3,7167	5,4167	13,5000	6,0000	0,5833			
16	NANTES	-1,5833	7,5500	16,2500	8,7500	1,2000			

Tab. 4-8-5-b: Längenfehler der Erdteilkarte von Amerika in *Johann Baptist Homanns*, 'Atlas Novus', zwischen 1731 und 1742. Ausgangsmeridian: *Pico de Teneriffa*, 16°39' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

4-8-6 *Matthäus Seutter*, Atlas, 1730

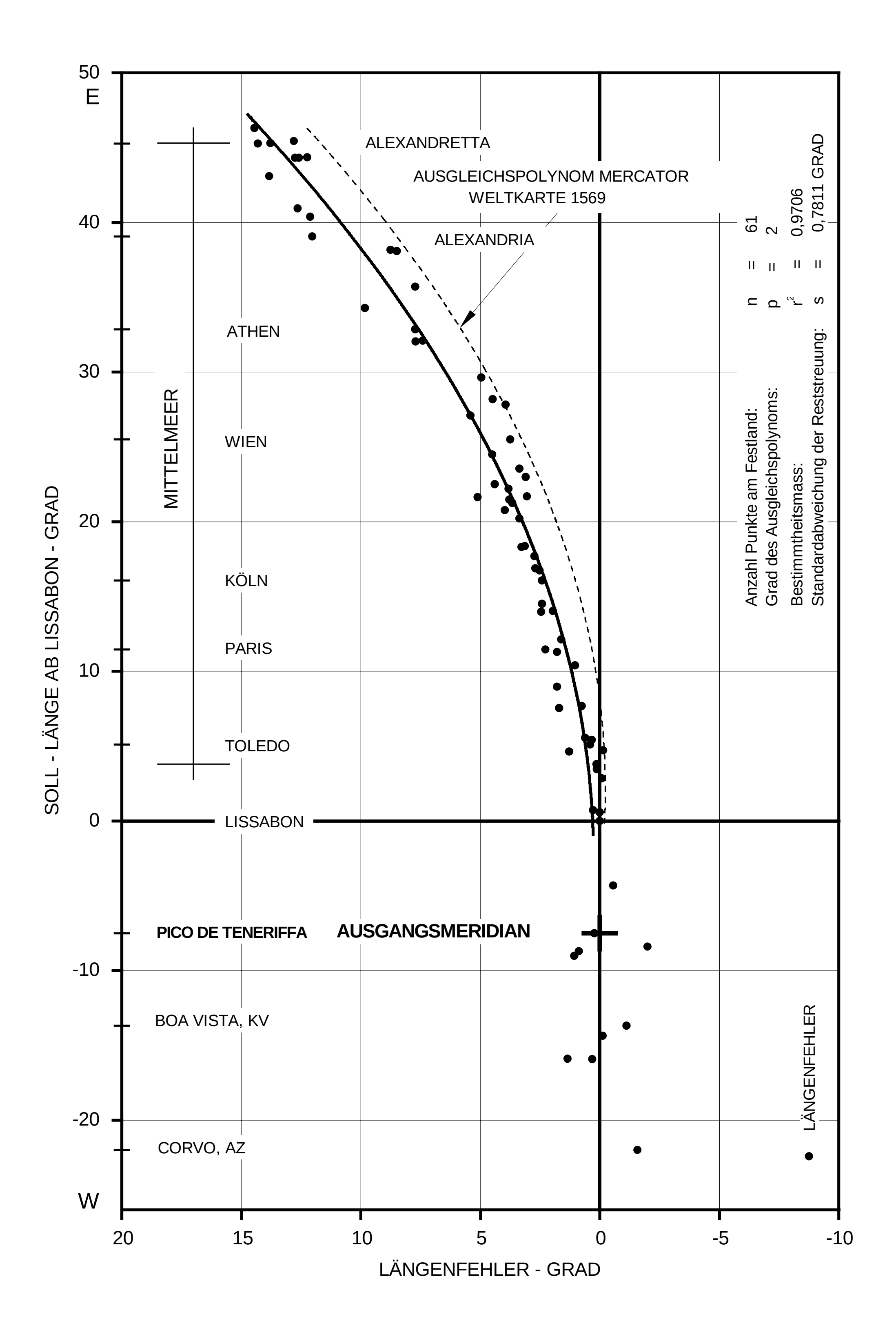


Abb. 4-8-6-a: Längenfehler der Erdteilkarte von Europa, Inseln aus den Karten Amerikas und Afrikas in *Matthäus Seutters*, 'Atlas Novus', 1730. Ausgangsmeridian: *Pico de Teneriffa*, 16°39' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

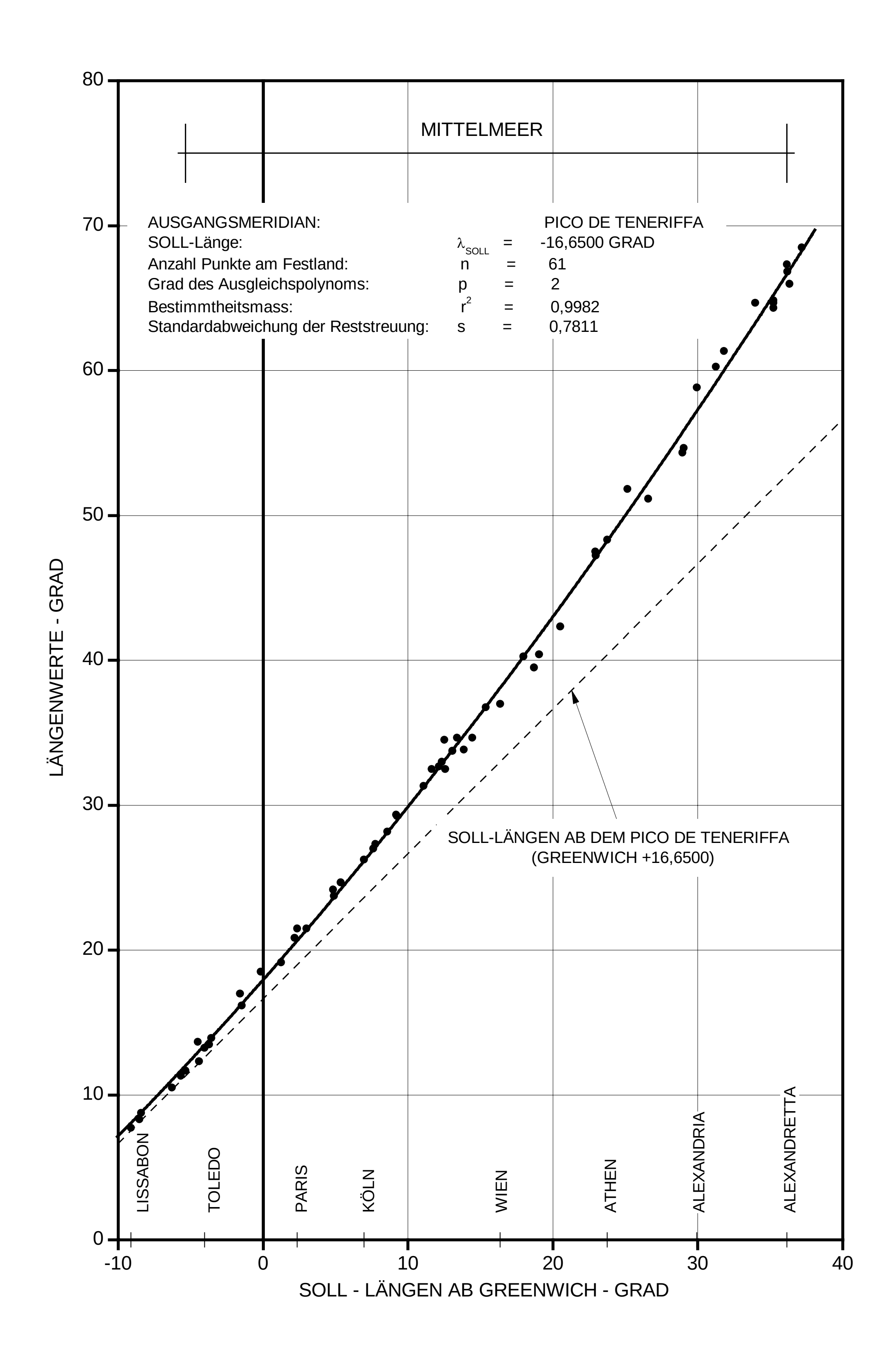


Abb. 4-8-6-b: Längenwerte der Erdteilkarte von Europa in *Matthäus Seutters*, 'Atlas Novus', 1730, für den Festlandsbereich der Untersuchung. Ausgangsmeridian: *Pico de Teneriffa*, 16°39' westlich von *Greenwich*.

		$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	$\lambda_{PICO/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta \lambda$	$\lambda_{PICO/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta \lambda$
NR	ORTSNAME	SOLL	SOLL	EK	EK	EK	AFK	AFK	AFK
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
1	KAP SAO ROQUE *	-35,2833	-26,1500	-12,5000	-20,2500	-5,9000			
2	CORVO AZ *	-31,1333	-22,0000	-12,6667	-20,4167	-1,5833			
3	SAN ANTONIO KV *	-25,0667	-15,9333	-8,5000	-16,2500	0,3167			
4	SANTA MARIA AZ *	-25,0333	-15,9000	-9,5000	-17,2500	1,3500			
5	SANTIAGO KV	-23,5000	-14,3667				-6,5000	-14,2500	-0,1167
6	BOA VISTA KV	-22,8333	-13,7000				-4,8333	-12,5833	-1,1167
7	FERRO KA	-18,1500	-9,0167				-2,3333	-10,0833	1,0667
8	PALMA KA	-17,8333	-8,7000				-1,8333	-9,5833	0,8833
9	KAP VERDE	-17,5500	-8,4167				1,3333	-6,4167	-2,0000
10	TENERIFFA KA	-16,6500	-7,5167				0,0000	-7,7500	0,2333
11	LANZAROTE KA	-13,4500	-4,3167				4,0000	-3,7500	-0,5667
12	LISSABON	-9,1333	0,0000	7,7500	0,0000	0,0000			
13	SANTIAGO DE COMP.	-8,5500	0,5833	8,3333	0,5833	0,0000			
14	COIMBRA	-8,4167	0,7167	8,7500	1,0000	0,2833			
15	CADIZ	-6,3000	2,8333	10,5000	2,7500	-0,0833			
16	SALAMANCA	-5,6667	3,4667	11,3333	3,5833	0,1167			
17	GIBRALTAR	-5,3500	3,7833	11,6667	3,9167	0,1333			
18	BREST	-4,5000	4,6333	13,6667	5,9167	1,2833			
19	MALAGA	-4,4167	4,7167	12,3333	4,5833	-0,1333			
20	TOLEDO	-4,0333	5,1000	13,2500	5,5000	0,4000			
21	MADRID	-3,7167	5,4167	13,5000	5,7500	0,3333			
22	GRANADA	-3,5833	5,5500	13,9167	6,1667	0,6167			
23	NANTES	-1,5833	7,5500	17,0000	9,2500	1,7000			
24	BAYONNE	-1,4667	7,6667	16,1667	8,4167	0,7500			
25	LONDON	-0,1667	8,9667	18,5000	10,7500	1,7833			
26	TARRAGONA	1,2500	10,3833	19,1667	11,4167	1,0333			
27	BARCELONA	2,1667	11,3000	20,8333	13,0833	1,7833			
28	PARIS	2,3333	11,4667	21,5000	13,7500	2,2833			
29	NARBONNE	3,0000	12,1333	21,5000	13,7500	1,6167			
30	LYON	4,8333	13,9667	24,1667	16,4167	2,4500			
31	AMSTERDAM	4,9000	14,0333	23,7500	16,0000	1,9667			
32	MARSEILLE	5,3667	14,5000	24,6667	16,9167	2,4167			
33	KÖLN	6,9500	16,0833	26,2500	18,5000	2,4167			
34	BASEL	7,6000	16,7333	27,0000	19,2500	2,5167			
35	STRASSBURG	7,7500	16,8833	27,3333	19,5833	2,7000			
36	ZÜRICH	8,5500	17,6833	28,1667	20,4167	2,7333			
37	KONSTANZ	9,1667	18,3000	29,3333	21,5833	3,2833			
38	HEILBRONN	9,2333	18,3667	29,2500	21,5000	3,1333			
39	NÜRNBERG	11,0833	20,2167	31,3333	23,5833	3,3667			
40	FERRARA	11,6333	20,7667	32,5000	24,7500	3,9833			
41	REGENSBURG	12,1167	21,2500	32,6667	24,9167	3,6667			
42	VENEDIG	12,3333	21,4667	33,0000	25,2500	3,7833			
43	ROM	12,5000	21,6333	34,5000	26,7500	5,1167			
44	KOPENHAGEN	12,5667	21,7000	32,5000	24,7500	3,0500			
45	SALZBURG	13,0500	22,1833	33,7500	26,0000	3,8167			
46	PALERMO	13,3833	22,5167	34,6667	26,9167	4,4000			
47	VILLACH	13,8500	22,9833	33,8333	26,0833	3,1000			

/Seite 2

NR	ORTSNAME	$\lambda_{GR/SOLL}$ SOLL GRAD	$\lambda_{LIS/SOLL}$ SOLL GRAD	$\lambda_{PICO/IST}$ EK GRAD	$\lambda_{LIS/IST}$ EK GRAD	$\Delta\lambda$ EK GRAD	$\lambda_{PICO/IST}$ AFK GRAD	$\lambda_{LIS/IST}$ AFK GRAD	$\Delta\lambda$ AFK GRAD
48	PRAG	14,4167	23,5500	34,6667	26,9167	3,3667			
49	GRAZ	15,3667	24,5000	36,7500	29,0000	4,5000			
50	WIEN	16,3667	25,5000	37,0000	29,2500	3,7500			
51	BRINDISI	17,9500	27,0833	40,2500	32,5000	5,4167			
52	DANZIG	18,6833	27,8167	39,5000	31,7500	3,9333			
53	BUDAPEST	19,0500	28,1833	40,4167	32,6667	4,4833			
54	BELGRAD	20,5000	29,6333	42,3333	34,5833	4,9500			
55	KORINTH	22,9167	32,0500	47,5000	39,7500	7,7000			
56	SALONIKI	22,9667	32,1000	47,2500	39,5000	7,4000			
57	ATHEN	23,7333	32,8667	48,3333	40,5833	7,7167			
58	CANDIA, Iraklion, Kreta	25,1333	34,2667	51,8333	44,0833	9,8167			
59	EDIRNE	26,5667	35,7000	51,1667	43,4167	7,7167			
60	ISTANBUL	28,9500	38,0833	54,3333	46,5833	8,5000			
61	CHALCEDON, Üsküdar	29,0333	38,1667	54,6667	46,9167	8,7500			
62	ALEXANDRIA	29,9167	39,0500	58,8333	51,0833	12,0333			
63	KAIRO	31,2500	40,3833	60,2500	52,5000	12,1167			
64	DAMIETTA, Pelusium	31,8000	40,9333	61,3333	53,5833	12,6500			
65	FAMAGUSTA	33,9500	43,0833	64,6667	56,9167	13,8333			
66	BETHLEHEM	35,2000	44,3333	64,8333	57,0833	12,7500			
67	TYRUS, Tyre	35,2000	44,3333	64,6667	56,9167	12,5833			
68	JERUSALEM	35,2167	44,3500	64,3333	56,5833	12,2333			
69	ALEXANDRETTA, Iskend	36,1333	45,2667	67,3333	59,5833	14,3167			
70	ANTIOCHIA, Antakya	36,1667	45,3000	66,8333	59,0833	13,7833			
71	DAMASKUS	36,3167	45,4500	66,0000	58,2500	12,8000			
72	ALEPPO	37,1667	46,3000	68,5000	60,7500	14,4500			

* Werte der Amerikakarte

Tab. 4-8-6: Längenfehler der Erdteilkarten Europa, Amerika und Afrika in *Matthäus Seutters*, 'Atlas Novus' 1730. Ausgangsmeridian: *Pico de Teneriffa*, 16°39' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

4-8-7 *Johann Matthias Hase*, Einzelkarten, 1737/1746

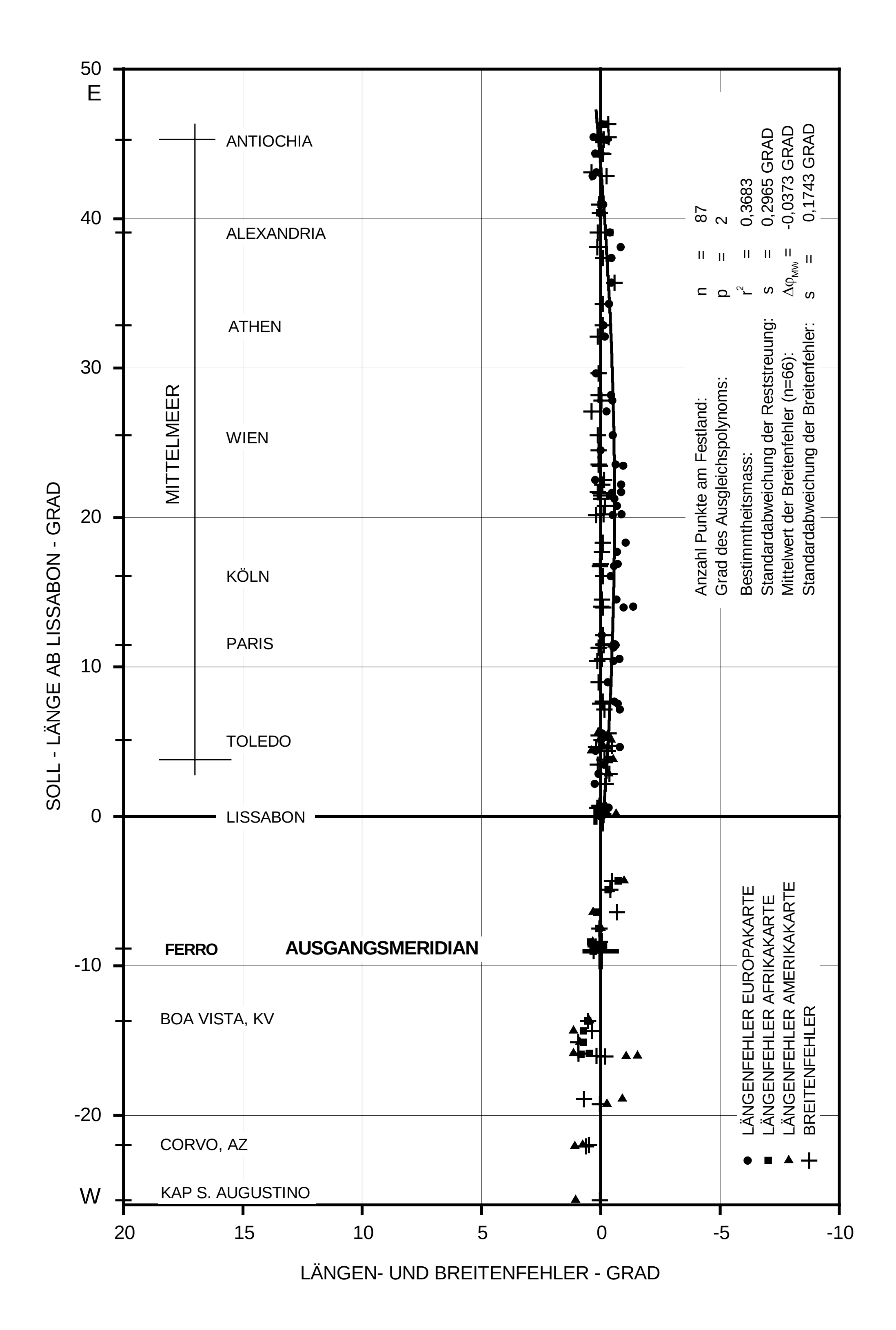


Abb. 4-8-7-a: Längen- und Breitenfehler der Europa- Afrika- und Amerikakarte von *Johann Matthias Hase*, Einzelkarten erschienen bei Homanns Erben, 1737/1746. Ausgangsmeridian: *Ferro Zentrum*, 18°00' westlich von *Greenwich* (Definition 20° westlich von *Paris*). Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

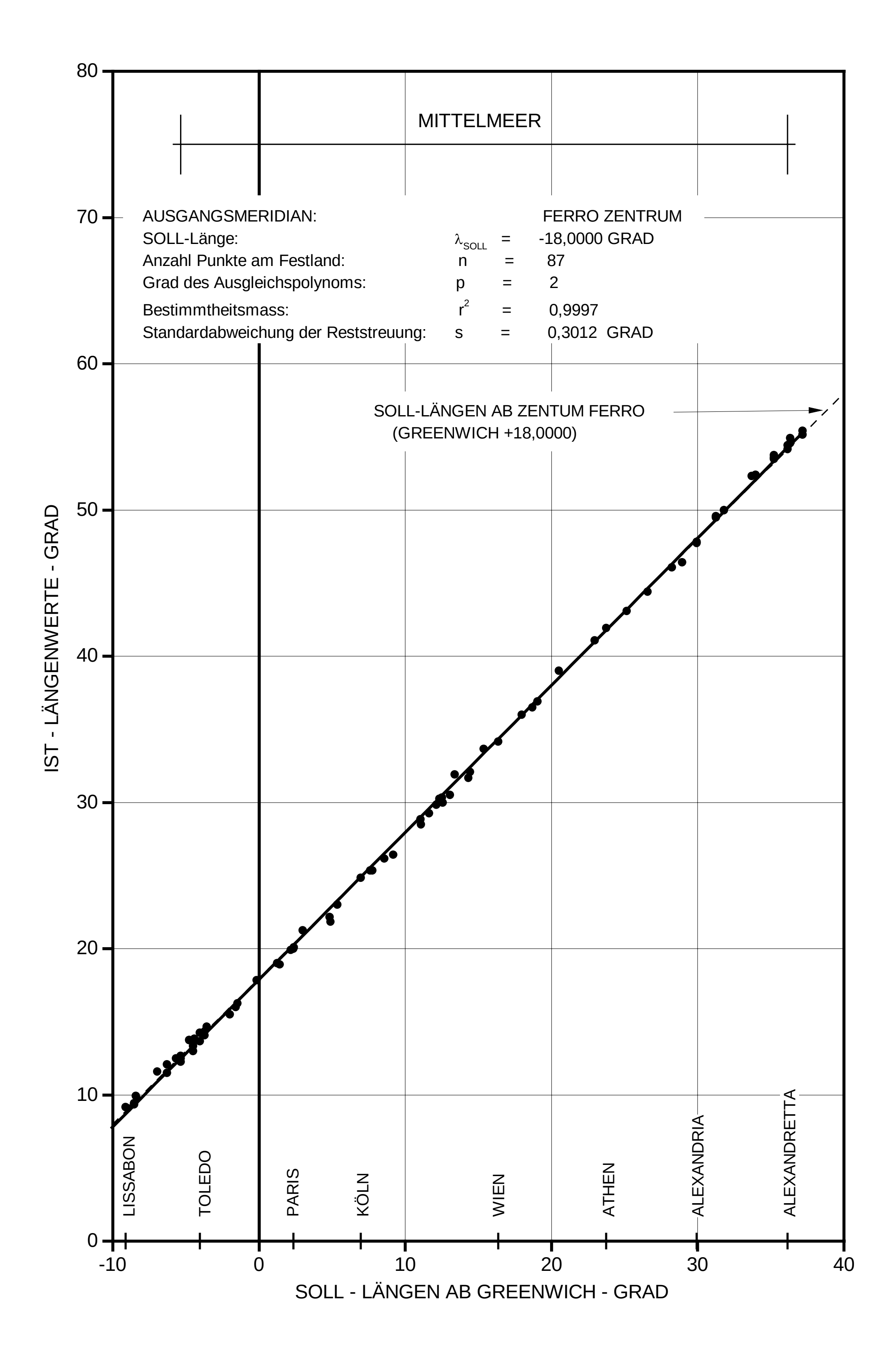


Abb. 4-8-7-b: Längenwerte der Erdteilkarten von Europa, Afrika und Amerika von *Johann Matthias Hase,* Einzelkarten erschienen bei Homanns Erben, 1737/1746, für den Festlandsbereich der Untersuchung. Ausgangsmeridian: *Ferro Zentrum,* 18°00' westlich von *Greenwich* (Definition 20° westlich von *Paris*).

NR	ORTSNAME	φ_{SOLL}	$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	φ_{IST}	$\lambda_{FERRO/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\varphi$	$\Delta\lambda$
		SOLL	SOLL	SOLL	EK	EK	EK	EK	EK
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
1	LISSABON	38,7333	-9,1333	0,0000	38,9167	9,1667	0,0000	0,1833	0,0000
2	KAP ST. VINCENT	37,0167	-8,9833	0,1500	36,9167	9,0833	-0,0833	-0,1000	-0,2333
3	SANTIAGO DE COMP.	42,8667	-8,5500	0,5833	43,0000	9,4167	0,2500	0,1333	-0,3333
4	COIMBRA	40,2000	-8,4167	0,7167	40,2500	9,9167	0,7500	0,0500	0,0333
5	BADAJOZ	38,8833	-6,9667	2,1667	38,6667	11,5833	2,4167	-0,2167	0,2500
6	CADIZ	36,5333	-6,3000	2,8333	36,1667	12,0833	2,9167	-0,3667	0,0833
7	SALAMANCA	40,9667	-5,6667	3,4667	41,0833	12,5000	3,3333	0,1167	-0,1333
8	GIBRALTAR	36,1500	-5,3500	3,7833	36,0000	12,6667	3,5000	-0,1500	-0,2833
9	CORDOBA	37,8833	-4,7667	4,3667	37,5833	13,7500	4,5833	-0,3000	0,2167
10	BREST	48,3833	-4,5000	4,6333	48,5833	13,0000	3,8333	0,2000	-0,8000
11	MALAGA	36,7167	-4,4167	4,7167	36,2500	13,8333	4,6667	-0,4667	-0,0500
12	TOLEDO	39,8667	-4,0333	5,1000	39,8333	14,2500	5,0833	-0,0333	-0,0167
13	MADRID	40,4167	-3,7167	5,4167	40,5000	14,3333	5,1667	0,0833	-0,2500
14	GRANADA	37,1667	-3,5833	5,5500	36,8333	14,6667	5,5000	-0,3333	-0,0500
15	ST. MALO	48,6500	-2,0000	7,1333	48,5000	15,5000	6,3333	-0,1500	-0,8000
16	NANTES	47,2333	-1,5833	7,5500	47,2500	16,0000	6,8333	0,0167	-0,7167
17	BAYONNE	43,5000	-1,4667	7,6667	43,4167	16,2500	7,0833	-0,0833	-0,5833
18	LONDON	51,5000	-0,1667	8,9667	51,5833	17,8333	8,6667	0,0833	-0,3000
19	TARRAGONA	41,1167	1,2500	10,3833	41,2500	19,0000	9,8333	0,1333	-0,5500
20	TOULOUSE	43,5500	1,4000	10,5333	43,5000	18,9167	9,7500	-0,0500	-0,7833
21	BARCELONA	41,4167	2,1667	11,3000	41,5000	19,9167	10,7500	0,0833	-0,5500
22	PARIS	48,8667	2,3333	11,4667	48,7500	20,0000	10,8333	-0,1167	-0,6333
23	DÜNKIRCHEN	51,0333	2,3833	11,5167	50,9167	20,0833	10,9167	-0,1167	-0,6000
24	NARBONNE	43,1833	3,0000	12,1333	43,0833	21,2500	12,0833	-0,1000	-0,0500
25	LYON	45,7667	4,8333	13,9667	45,6667	22,1667	13,0000	-0,1000	-0,9667
26	AMSTERDAM	52,3500	4,9000	14,0333	52,3333	21,8333	12,6667	-0,0167	-1,3667
27	MARSEILLE	43,3000	5,3667	14,5000	43,2500	23,0000	13,8333	-0,0500	-0,6667
28	KÖLN	50,9333	6,9500	16,0833	50,8333	24,8333	15,6667	-0,1000	-0,4167
29	BASEL	47,5500	7,6000	16,7333	47,5833	25,3333	16,1667	0,0333	-0,5667
30	STRASSBURG	48,5833	7,7500	16,8833	48,5833	25,3333	16,1667	0,0000	-0,7167
31	ZÜRICH	47,3833	8,5500	17,6833	47,3333	26,1667	17,0000	-0,0500	-0,6833
32	KONSTANZ	47,6667	9,1667	18,3000	47,5833	26,4167	17,2500	-0,0833	-1,0500
33	ERFURT	50,9667	11,0333	20,1667	51,1667	28,8333	19,6667	0,2000	-0,5000
34	NÜRNBERG	49,4500	11,0833	20,2167	49,3333	28,5000	19,3333	-0,1167	-0,8833
35	FERRARA	44,8333	11,6333	20,7667	44,6667	29,2500	20,0833	-0,1667	-0,6833
36	REGENSBURG	49,0167	12,1167	21,2500	49,0000	29,8333	20,6667	-0,0167	-0,5833
37	VENEDIG	45,4333	12,3333	21,4667	45,4167	30,2500	21,0833	-0,0167	-0,3833
38	ROM	41,8833	12,5000	21,6333	41,9167	30,3333	21,1667	0,0333	-0,4667
39	KOPENHAGEN	55,7167	12,5667	21,7000	55,8333	30,0000	20,8333	0,1167	-0,8667
40	SALZBURG	47,9000	13,0500	22,1833	47,8333	30,5000	21,3333	-0,0667	-0,8500
41	PALERMO	38,1333	13,3833	22,5167	38,0000	31,9167	22,7500	-0,1333	0,2333
42	KLAGENFURT	46,6264	14,3083	23,4417	46,6667	31,6667	22,5000	0,0403	-0,9417
43	PRAG	50,0833	14,4167	23,5500	50,1667	32,0833	22,9167	0,0833	-0,6333
44	GRAZ	47,0833	15,3667	24,5000	47,1667	33,6667	24,5000	0,0833	0,0000
45	WIEN	48,2167	16,3667	25,5000	48,3333	34,1667	25,0000	0,1167	-0,5000
46	BRINDISI	40,6167	17,9500	27,0833	41,0000	36,0000	26,8333	0,3833	-0,2500
47	DANZIG	54,3667	18,6833	27,8167	54,3333	36,5000	27,3333	-0,0333	-0,4833

/Seite 2

NR	ORTSNAME	φ_{SOLL} SOLL GRAD	$\lambda_{GR/SOLL}$ SOLL GRAD	$\lambda_{LIS/SOLL}$ SOLL GRAD	φ_{IST} EK GRAD	$\lambda_{FERRO/IST}$ EK GRAD	$\lambda_{LIS/IST}$ EK GRAD	$\Delta\varphi$ EK GRAD	$\Delta\lambda$ EK GRAD
48	BUDAPEST	47,5000	19,0500	28,1833	47,5833	36,9167	27,7500	0,0833	-0,4333
49	BELGRAD	44,8333	20,5000	29,6333	44,9167	39,0000	29,8333	0,0833	0,2000
50	SALONIKI	40,6333	22,9667	32,1000	40,7500	41,0833	31,9167	0,1167	-0,1833
51	ATHEN	38,0000	23,7333	32,8667	37,9167	41,9167	32,7500	-0,0833	-0,1167
52	CANDIA	35,3333	25,1333	34,2667	35,2500	43,0833	33,9167	-0,0833	-0,3500
53	EDIRNE	41,6667	26,5667	35,7000	41,0833	44,4167	35,2500	-0,5833	-0,4500
54	RHODOS	36,4333	28,2333	37,3667	36,3333	46,0833	36,9167	-0,1000	-0,4500
55	ISTANBUL	41,0333	28,9500	38,0833	41,1667	46,4167	37,2500	0,1333	-0,8333
56	ALEXANDRIA	31,2167	29,9167	39,0500	31,3333	47,8333	38,6667	0,1167	-0,3833
57	KAIRO	30,0500	31,2500	40,3833	30,0833	49,5833	40,4167	0,0333	0,0333
58	DAMIETTA	31,4333	31,8000	40,9333	31,5000	50,0000	40,8333	0,0667	-0,1000
59	PEREKOP	46,1667	33,7000	42,8333	45,9167	52,3333	43,1667	-0,2500	0,3333
60	FAMAGUSTA	35,1167	33,9500	43,0833	35,5000	52,4167	43,2500	0,3833	0,1667
61	TYRUS	33,2667	35,2000	44,3333	33,1667	53,5000	44,3333	-0,1000	0,0000
62	JERUSALEM	31,7833	35,2167	44,3500	31,7500	53,7500	44,5833	-0,0333	0,2333
63	ALEXANDRETTA	36,6167	36,1333	45,2667	36,5000	54,1667	45,0000	-0,1167	-0,2667
64	ANTIOCHIA	36,2000	36,1667	45,3000	36,0833	54,4167	45,2500	-0,1167	-0,0500
65	DAMASKUS	33,5000	36,3167	45,4500	33,1667	54,9167	45,7500	-0,3333	0,3000
66	ALEPPO	36,2333	37,1667	46,3000	35,9167	55,4167	46,2500	-0,3167	-0,0500

Tab. 4-8-7-a: Längen- und Breitenfehler der Europakarte von *Johann Matthias Hase*. Einzelkarte erschienen bei Homanns Erben, 1737/1746. Ausgangsmeridian: *Ferro Zentrum*, 18°00' westlich von *Greenwich* (Definition 20° westlich von *Paris*). Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

NR	ORTSNAME	φ_{SOLL} SOLL GRAD	$\lambda_{GR/SOLL}$ SOLL GRAD	$\lambda_{LIS/SOLL}$ SOLL GRAD	φ_{IST} AMK GRAD	$\lambda_{FERRO/IST}$ AMK GRAD	$\lambda_{LIS/IST}$ AMK GRAD	$\Delta\varphi$ AMK GRAD	$\Delta\lambda$ AMK GRAD
1	KAP S. AUGUSTINO	-6,9667	-34,8333	-25,7000	-7,0000	-17,7500	-26,7500	0,0333	1,0500
2	FLORES AZ	39,2167	-31,2167	-22,0833	39,8333	-14,1667	-23,1667	0,6167	1,0833
3	CORVO AZ	39,6833	-31,1333	-22,0000	40,1667	-13,7500	-22,7500	0,4833	0,7500
4	PICO AZ	38,4667	-28,4000	-19,2667	38,5000	-10,0000	-19,0000	0,0333	-0,2667
5	GRACIOSA AZ	39,0500	-28,0500	-18,9167	39,7500	-9,0000	-18,0000	0,7000	-0,9167
6	S. MIGUEL AZ, E	37,5833	-25,1667	-16,0333	37,7500	-5,5000	-14,5000	0,1667	-1,5333
7	SANTA MARIA AZ, W	36,9500	-25,2000	-16,0667	36,7500	-6,0000	-15,0000	-0,2000	-1,0667
8	S. VINCENTE KV	16,9000	-25,0000	-15,8667	17,8333	-8,0000	-17,0000	0,9333	1,1333
9	S. NICOLAS KV	16,3000	-24,2500	-15,1167	17,2500	-7,0000	-16,0000	0,9500	0,8833
10	SANTIAGO KV	14,8833	-23,5000	-14,3667	15,2500	-6,5000	-15,5000	0,3667	1,1333
11	BOA VISTA KV	15,9667	-22,8333	-13,7000	16,5000	-5,1667	-14,1667	0,5333	0,4667
12	FERRO KA, W	27,7000	-18,1500	-9,0167	28,0000	-0,2500	-9,2500	0,3000	0,2333
13	PALMA KA	28,7833	-17,8333	-8,7000	29,0000	0,1667	-8,8333	0,2167	0,1333
14	KAP VERDE	14,7167	-17,5500	-8,4167	14,7500	0,2500	-8,7500	0,0333	0,3333
15	TENERIFFA KA, Pico	28,2833	-16,6500	-7,5167	28,3333	1,5000	-7,5000	0,0500	-0,0167
16	GRAN KAARIA KA	27,9333	-15,5667	-6,4333	27,2500	2,2500	-6,7500	-0,6833	0,3167
17	FUERTA VENTURA KA	28,4000	-14,0333	-4,9000	28,0000	4,5000	-4,5000	-0,4000	-0,4000
18	LANZAROTE KA, E	29,1333	-13,4500	-4,3167	28,6667	5,6667	-3,3333	-0,4667	-0,9833
19	LISSABON	38,7333	-9,1333	0,0000	39,0000	9,0000	0,0000	0,2667	0,0000
20	KAP ST. VINCENT		-8,9833	0,1500		8,5000	-0,5000		-0,6500
21	SANTIAGO DE COMP.		-8,5500	0,5833		9,3333	0,3333		-0,2500
22	CADIZ		-6,3000	2,8333		11,5000	2,5000		-0,3333
23	GIBRALTAR		-5,3500	3,7833		12,2500	3,2500		-0,5333
24	CORDOBA		-4,7667	4,3667		13,7500	4,7500		0,3833
25	BREST		-4,5000	4,6333		13,3333	4,3333		-0,3000
26	TOLEDO		-4,0333	5,1000		13,6667	4,6667		-0,4333
27	MADRID		-3,7167	5,4167		14,0833	5,0833		-0,3333
28	GRANADA		-3,5833	5,5500		14,6667	5,6667		0,1167
29	PARIS		2,3333	11,4667		20,0000	11,0000		-0,4667

Tab. 4-8-7-b: Längen- und Breitenfehler der Amerikakarte von *Johann Matthias Hase*, Einzelkarte erschienen bei Homanns Erben, 1737/1746. Ausgangsmeridian: *Ferro Zentrum*, 18°00' westlich von *Greenwich* (Definition 20° westlich von *Paris*). Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

		φ_{SOLL}	$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	φ_{IST}	$\lambda_{FERRO/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\varphi$	$\Delta\lambda$
NR	ORTSNAME		SOLL	SOLL		AFK	AFK		AFK
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
1	SAN ANTONIO KV		-25,0667	-15,9333		-7,6667	-16,7500		0,8167
2	S. VINCENTE KV		-25,0000	-15,8667		-7,2500	-16,3333		0,4667
3	S. NICOLAS KV		-24,2500	-15,1167		-6,7500	-15,8333		0,7167
4	SANTIAGO KV		-23,5000	-14,3667		-6,0000	-15,0833		0,7167
5	BOA VISTA KV		-22,8333	-13,7000		-5,1667	-14,2500		0,5500
6	FERRO KA, W		-18,1500	-9,0167		-0,2500	-9,3333		0,3167
7	PALMA KA		-17,8333	-8,7000		0,5000	-8,5833		-0,1167
8	KAP VERDE		-17,5500	-8,4167		0,2500	-8,8333		0,4167
9	TENERIFFA KA, Pico		-16,6500	-7,5167		1,5000	-7,5833		0,0667
10	GRAN KAARIA KA		-15,5667	-6,4333		2,5000	-6,5833		0,1500
11	FUERTA VENTURA KA		-14,0333	-4,9000		4,5000	-4,5833		-0,3167
12	LANZAROTE KA, E		-13,4500	-4,3167		5,5000	-3,5833		-0,7333
13	GIBRALTAR		-5,3500	3,7833		12,5000	3,4167		-0,3667
14	ALEXANDRIA		29,9167	39,0500		47,7500	38,6667		-0,3833
15	KAIRO		31,2500	40,3833		49,5000	40,4167		0,0333
16	DAMIETTA		31,8000	40,9333		50,0000	40,9167		-0,0167
17	TYRUS, Tyre		35,2000	44,3333		53,5833	44,5000		0,1667
18	JERUSALEM		35,2167	44,3500		53,5833	44,5000		0,1500
19	ALEXANDRETTA		36,1333	45,2667		54,4167	45,3333		0,0667
20	ANTIOCHIA		36,1667	45,3000		54,4167	45,3333		0,0333
21	DAMASKUS		36,3167	45,4500		54,5833	45,5000		0,0500

Tab. 4-8-7-c: Längen- und Breitenfehler der Afrikakarte von *Johann Matthias Hase*, Einzelkarte erschienen bei Homanns Erben, 1737/1746. Ausgangsmeridian: *Ferro Zentrum*, 18°00' westlich von *Greenwich* (Definition 20° westlich von *Paris*). Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

4-8-8 *Franz Anton Schrämbl,* Atlas, 1800

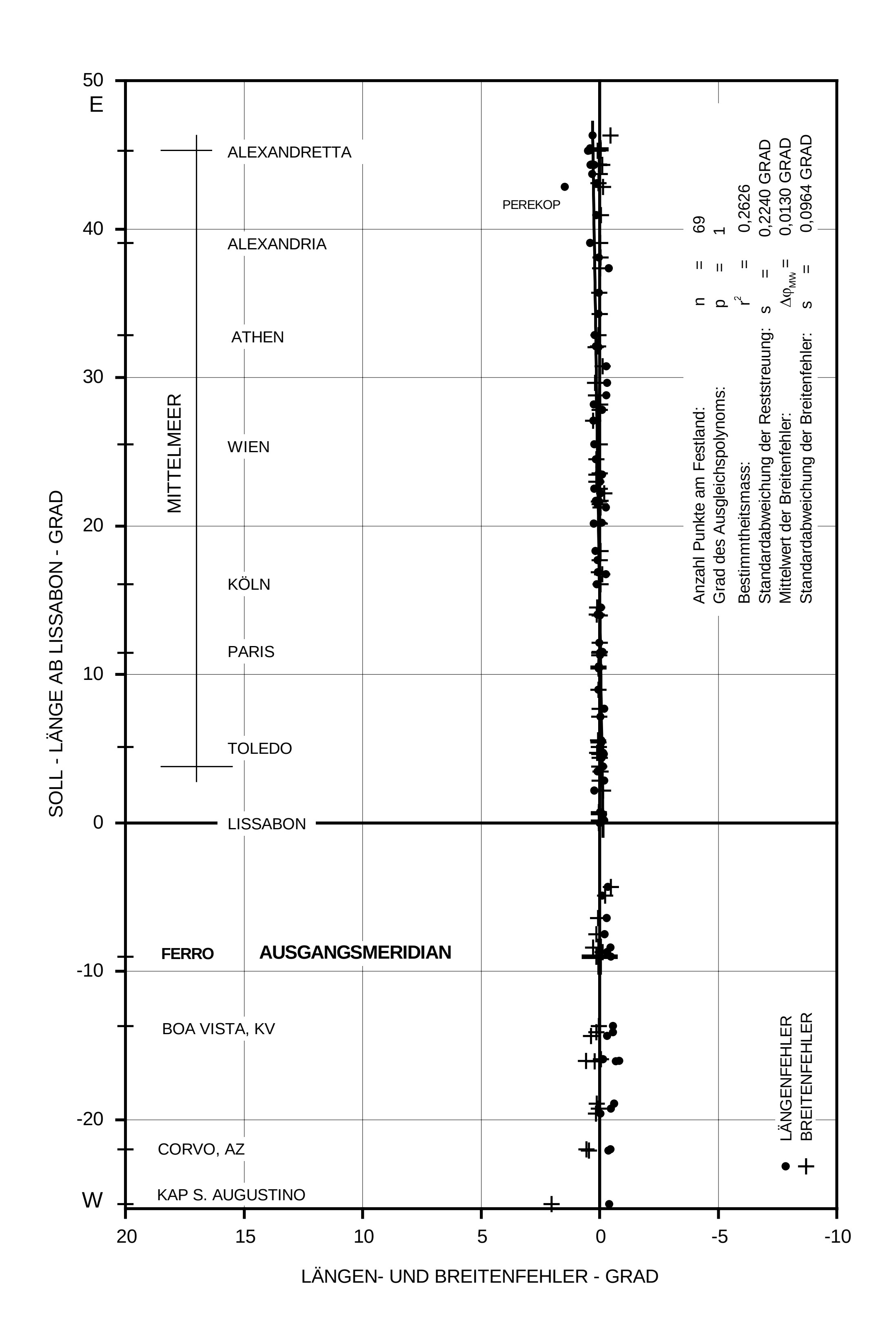


Abb. 4-8-8-a: Längen- und Breitenfehler der Welt- und Europakarte in 'Grosser | Schrämblischer Atlas' von 1800. Ausgangsmeridian: *Ferro,* 18°09' westlich von *Greenwich* (20° westlich von *Paris*). Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

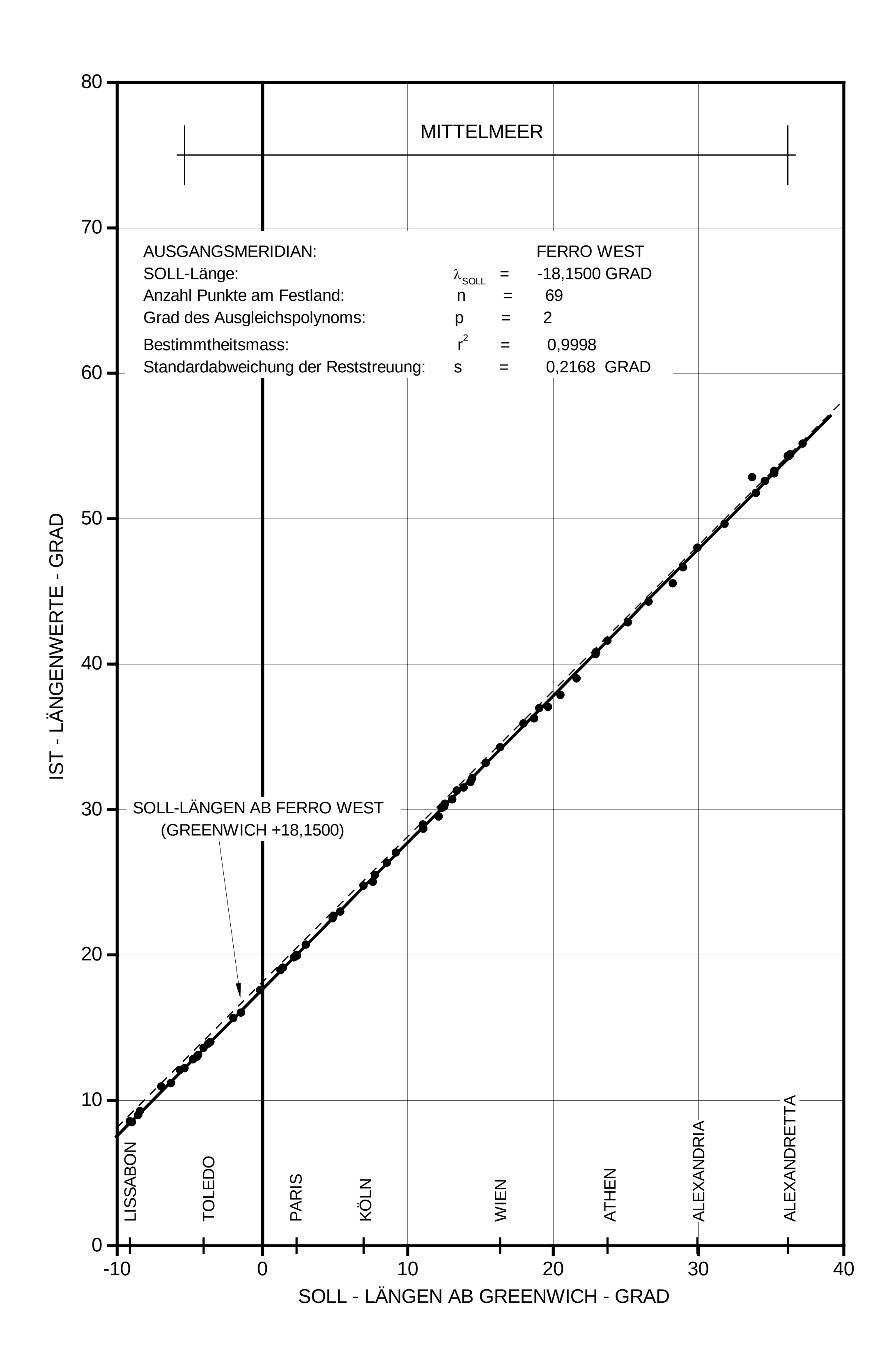


Abb. 4-8-8-b: Längenwerte der Europakarte in 'Grosser | Schrämblischer Atlas' von 1800 für den Festlandsbereich der Untersuchung. Ausgangsmeridian: *Ferro*, 18°09' westlich von *Greenwich* (20° westlich von *Paris*).

NR	ORTSNAME	φ_{SOLL} SOLL GRAD	$\lambda_{GR/SOLL}$ SOLL GRAD	$\lambda_{LIS/SOLL}$ SOLL GRAD	φ_{IST} EK GRAD	$\lambda_{FERRO/IST}$ EK GRAD	$\lambda_{LIS/IST}$ EK GRAD	$\Delta\varphi$ EK GRAD	$\Delta\lambda$ EK GRAD
1	LISSABON	38,7333	-9,1333	0,0000	38,7750	8,5500	0,0000	0,0417	0,0000
2	KAP ST. VINCENT	37,0167	-8,9833	0,1500	37,0500	8,5000	-0,0500	0,0333	-0,2000
3	SANTIAGO DE COMP.	42,8667	-8,5500	0,5833	42,9000	9,0000	0,4500	0,0333	-0,1333
4	COIMBRA	40,2000	-8,4167	0,7167	40,2300	9,2500	0,7000	0,0300	-0,0167
5	BADAJOZ	38,8833	-6,9667	2,1667	38,7400	10,9400	2,3900	-0,1433	0,2233
6	CADIZ	36,5333	-6,3000	2,8333	36,5300	11,1900	2,6400	-0,0033	-0,1933
7	SALAMANCA	40,9667	-5,6667	3,4667	40,9400	12,1000	3,5500	-0,0267	0,0833
8	GIBRALTAR	36,1500	-5,3500	3,7833	36,1750	12,2000	3,6500	0,0250	-0,1333
9	CORDOBA	37,8833	-4,7667	4,3667	37,8750	12,8300	4,2800	-0,0083	-0,0867
10	BREST	48,3833	-4,5000	4,6333	48,4000	13,0000	4,4500	0,0167	-0,1833
11	MALAGA	36,7167	-4,4167	4,7167	36,8200	13,1200	4,5700	0,1033	-0,1467
12	TOLEDO	39,8667	-4,0333	5,1000	39,9000	13,6100	5,0600	0,0333	-0,0400
13	MADRID	40,4167	-3,7167	5,4167	40,4700	13,8900	5,3400	0,0533	-0,0767
14	GRANADA	37,1667	-3,5833	5,5500	37,2300	14,0250	5,4750	0,0633	-0,0750
15	ST. MALO	48,6500	-2,0000	7,1333	48,6600	15,6450	7,0950	0,0100	-0,0383
16	BAYONNE	43,5000	-1,4667	7,6667	43,5000	16,0300	7,4800	0,0000	-0,1867
17	LONDON	51,5000	-0,1667	8,9667	51,5500	17,5750	9,0250	0,0500	0,0583
18	TARRAGONA	41,1167	1,2500	10,3833	41,1750	18,9600	10,4100	0,0583	0,0267
19	TOULOUSE	43,5500	1,4000	10,5333	43,6000	19,1100	10,5600	0,0500	0,0267
20	BARCELONA	41,4167	2,1667	11,3000	41,4400	19,8250	11,2750	0,0233	-0,0250
21	PARIS	48,8667	2,3333	11,4667	48,8900	20,0000	11,4500	0,0233	-0,0167
22	DÜNKIRCHEN	51,0333	2,3833	11,5167	51,0400	19,9500	11,4000	0,0067	-0,1167
23	NARBONNE	43,1833	3,0000	12,1333	43,1900	20,7000	12,1500	0,0067	0,0167
24	LYON	45,7667	4,8333	13,9667	45,7750	22,5000	13,9500	0,0083	-0,0167
25	AMSTERDAM	52,3500	4,9000	14,0333	52,4750	22,6750	14,1250	0,1250	0,0917
26	MARSEILLE	43,3000	5,3667	14,5000	43,4100	22,9900	14,4400	0,1100	-0,0600
27	KÖLN	50,9333	6,9500	16,0833	50,9000	24,7600	16,2100	-0,0333	0,1267
28	BASEL	47,5500	7,6000	16,7333	47,4500	25,0200	16,4700	-0,1000	-0,2633
29	STRASSBURG	48,5833	7,7500	16,8833	48,6150	25,5005	16,9505	0,0317	0,0672
30	ZÜRICH	47,3833	8,5500	17,6833	47,3750	26,3250	17,7750	-0,0083	0,0917
31	KONSTANZ	47,6667	9,1667	18,3000	47,6250	27,0250	18,4750	-0,0417	0,1750
32	ERFURT	50,9667	11,0333	20,1667	50,9600	28,9600	20,4100	-0,0067	0,2433
33	NÜRNBERG	49,4500	11,0833	20,2167	49,5000	28,6800	20,1300	0,0500	-0,0867
34	REGENSBURG	49,0167	12,1167	21,2500	48,9900	29,5300	20,9800	-0,0267	-0,2700
35	VENEDIG	45,4333	12,3333	21,4667	45,4300	30,1100	21,5600	-0,0033	0,0933
36	ROM	41,8833	12,5000	21,6333	41,9150	30,2000	21,6500	0,0317	0,0167
37	KOPENHAGEN	55,7167	12,5667	21,7000	55,6900	30,4000	21,8500	-0,0267	0,1500
38	SALZBURG	47,9000	13,0500	22,1833	47,7000	30,7000	22,1500	-0,2000	-0,0333
39	PALERMO	38,1333	13,3833	22,5167	38,1400	31,3000	22,7500	0,0067	0,2333
40	VILLACH	46,6167	13,8500	22,9833	46,7500	31,5100	22,9600	0,1333	-0,0233
41	KLAGENFURT	46,6264	14,3083	23,4417	46,7600	31,8800	23,3300	0,1336	-0,1117
42	PRAG	50,0833	14,4167	23,5500	50,0750	32,1400	23,5900	-0,0083	0,0400
43	GRAZ	47,0833	15,3667	24,5000	47,2250	33,2000	24,6500	0,1417	0,1500
44	WIEN	48,2167	16,3667	25,5000	48,2250	34,2750	25,7250	0,0083	0,2250
45	BRINDISI	40,6167	17,9500	27,0833	40,8900	35,9000	27,3500	0,2733	0,2667
46	DANZIG	54,3667	18,6833	27,8167	54,3750	36,2700	27,7200	0,0083	-0,0967
47	BUDAPEST	47,5000	19,0500	28,1833	47,4900	36,9750	28,4250	-0,0100	0,2417

/Seite 2

		φ_{SOLL}	$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	φ_{IST}	$\lambda_{FERRO/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\varphi$	$\Delta\lambda$
NR	ORTSNAME	SOLL	SOLL	SOLL	EK	EK	EK	EK	EK
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
48	SREMSKA MITROVICA	44,9833	19,6500	28,7833	45,1400	37,0500	28,5000	0,1567	-0,2833
49	BELGRAD	44,8333	20,5000	29,6333	45,0200	37,8700	29,3200	0,1867	-0,3133
50	DEBRECEN	47,5000	21,6167	30,7500	47,3800	39,0150	30,4650	-0,1200	-0,2850
51	KORINTH	37,9333	22,9167	32,0500	38,1100	40,6600	32,1100	0,1767	0,0600
52	SALONIKI	40,6333	22,9667	32,1000	40,7100	40,8100	32,2600	0,0767	0,1600
53	ATHEN	38,0000	23,7333	32,8667	38,0500	41,6200	33,0700	0,0500	0,2033
54	CANDIA	35,3333	25,1333	34,2667	35,3250	42,8700	34,3200	-0,0083	0,0533
55	EDIRNE	41,6667	26,5667	35,7000	41,6800	44,2800	35,7300	0,0133	0,0300
56	RHODOS	36,4333	28,2333	37,3667	36,4100	45,5400	36,9900	-0,0233	-0,3767
57	ISTANBUL	41,0333	28,9500	38,0833	41,0000	46,6700	38,1200	-0,0333	0,0367
58	ALEXANDRIA	31,2167	29,9167	39,0500	31,2000	48,0000	39,4500	-0,0167	0,4000
59	DAMIETTA	31,4333	31,8000	40,9333	31,3750	49,6300	41,0800	-0,0583	0,1467
60	PEREKOP	46,1667	33,7000	42,8333	46,0200	52,8500	44,3000	-0,1467	1,4667
61	FAMAGUSTA	35,1167	33,9500	43,0833	35,1700	51,7600	43,2100	0,0533	0,1267
62	ASCALON	31,6667	34,5833	43,7167	31,6700	52,5900	44,0400	0,0033	0,3233
63	BETHLEHEM	31,7000	35,2000	44,3333	31,7200	53,2750	44,7250	0,0200	0,3917
64	TYRUS, Tyre	33,2667	35,2000	44,3333	33,1600	53,1100	44,5600	-0,1067	0,2267
65	JERUSALEM	31,7833	35,2167	44,3500	31,8100	53,2500	44,7000	0,0267	0,3500
66	ALEXANDRETTA	36,6167	36,1333	45,2667	36,7000	54,3100	45,7600	0,0833	0,4933
67	ANTIOCHIA	36,2000	36,1667	45,3000	36,1700	54,2750	45,7250	-0,0300	0,4250
68	DAMASKUS	33,5000	36,3167	45,4500	33,4700	54,4100	45,8600	-0,0300	0,4100
69	ALEPPO	36,2333	37,1667	46,3000	35,7800	55,1500	46,6000	-0,4533	0,3000

Tab. 4-8-8-a: Längen- und Breitenfehler der Europakarte in 'Grosser | Schrämblischer Atlas' von 1800. Ausgangsmeridian: *Ferro*, 18°09' westlich von *Greenwich* (20° westlich von *Paris*). Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

NR	ORTSNAME	φ_{SOLL} SOLL GRAD	$\lambda_{GR/SOLL}$ SOLL GRAD	$\lambda_{LIS/SOLL}$ SOLL GRAD	φ_{IST} WK/PL GRAD	$\lambda_{FERRO/IST}$ WK/PL GRAD	$\lambda_{LIS/IST}$ WK/PL GRAD	$\Delta\varphi$ WK/PL GRAD	$\Delta\lambda$ WK/PL GRAD
1	KAP S. AUGUSTINO	-6,9667	-34,8333	-25,7000	-9,0000	-16,7500	-25,3000	2,0333	-0,4000
2	FLORES AZ, Z	39,2167	-31,2167	-22,0833	39,6667	-13,1667	-21,7167	0,4500	-0,3667
3	CORVO AZ, Z	39,6833	-31,1333	-22,0000	40,2500	-13,0000	-21,5500	0,5667	-0,4500
4	FAYAL AZ, Z	38,6000	-28,7167	-19,5833	38,7500	-11,0000	-19,5500	0,1500	-0,0333
5	PICO AZ, Z	38,4667	-28,4000	-19,2667	38,5000	-10,2500	-18,8000	0,0333	-0,4667
6	GRACIOSA AZ, Z	39,0500	-28,0500	-18,9167	39,1667	-9,7500	-18,3000	0,1167	-0,6167
7	S. MIGUEL AZ, E	37,5833	-25,1667	-16,0333	38,1667	-6,6667	-15,2167	0,5833	-0,8167
8	SAN ANTONIO KV, Z	17,2167	-25,0667	-15,9333	17,1667	-7,2500	-15,8000	-0,0500	-0,1333
9	SANTA MARIA AZ, W	36,9500	-25,2000	-16,0667	37,1667	-6,8333	-15,3833	0,2167	-0,6833
10	SANTIAGO KV, Z	14,8833	-23,5000	-14,3667	15,2500	-5,5000	-14,0500	0,3667	-0,3167
11	MAYO KV, Z	15,1167	-23,2500	-14,1167	15,2500	-5,0000	-13,5500	0,1333	-0,5667
12	BOA VISTA KV, Z	15,9667	-22,8333	-13,7000	16,0000	-4,5833	-13,1333	0,0333	-0,5667
13	FERRO KA, W	27,7000	-18,1500	-9,0167	27,8333	0,0000	-8,5500	0,1333	-0,4667
14	PALMA KA, Sta. Cruz	28,7833	-17,8333	-8,7000	28,6667	0,1667	-8,3833	-0,1167	-0,3167
15	KAP VERDE	14,7167	-17,5500	-8,4167	15,0000	0,5833	-7,9667	0,2833	-0,4500
16	TENERIFFA KA, Pico	28,2833	-16,6500	-7,5167	28,4167	1,2500	-7,3000	0,1333	-0,2167
17	GRAN KAARIA KA, Z	27,9333	-15,5667	-6,4333	28,0000	2,4167	-6,1333	0,0667	-0,3000
18	FUERTA VENTURA KA,	28,4000	-14,0333	-4,9000	28,1667	3,7500	-4,8000	-0,2333	-0,1000
19	LANZAROTE KA, E	29,1333	-13,4500	-4,3167	28,6667	4,5833	-3,9667	-0,4667	-0,3500

Tab. 4-8-8-b: Längen- und Breitenfehler der atlantischen Inseln der Weltkarte in 'Grosser | Schrämblischer Atlas' von 1800. Ausgangsmeridian: *Ferro*, 18°09' westlich von *Greenwich* (20° westlich von *Paris*). Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

4-9 Europäische Kartographen des 16. bis 18. Jahrhunderts

4-9-2 *Edward Wright* und *Richard Hakluyt*, Einzelkarten 1587 und 1599

4-9-2-1 Richard Hakluyt, Amerikakarte, 1587

		φ_{SOLL}	$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	φ_{IST}	λ_{IST}	$\lambda_{TOLEDO/IST}$	$\Delta\varphi$	$\Delta\lambda$
NR	ORTSNAME		SOLL	SOLL			AMK		AMK
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
1	KAP S. AUGUSTINO		-34,8333	-30,8000			-24,0000		-6,8000
2	FLORES AZ		-31,2167	-27,1833			-24,3000		-2,8833
3	CORVO AZ		-31,1333	-27,1000			-25,0000		-2,1000
4	GRACIOSA AZ		-28,0500	-24,0167			-20,0000		-4,0167
5	TERCEIRA		-27,2167	-23,1833			-19,0000		-4,1833
6	S. MIGUEL AZ, E		-25,1667	-21,1333			-17,3000		-3,8333
7	SAN ANTONIO KV		-25,0667	-21,0333			-22,0000		0,9667
8	SANTA MARIA AZ, W		-25,2000	-21,1667			-18,0000		-3,1667
9	BOA VISTA KV		-22,8333	-18,8000			-17,0000		-1,8000
10	FERRO KA, W		-18,1500	-14,1167			-14,0000		-0,1167
11	KAP VERDE		-17,5500	-13,5167			-14,0000		0,4833
12	TENERIFFA KA		-16,6500	-12,6167			-10,5000		-2,1167
13	LANZAROTE KA, E		-13,4500	-9,4167			-7,3000		-2,1167
14	KAP ST. VINCENT		-8,9833	-4,9500			-7,0000		2,0500
15	GIBRALTAR		-5,3500	-1,3167			-5,0000		3,6833
16	TOLEDO		-4,0333	0,0000			0,0000		0,0000

Tab. 4-9-2-1: Längenfehler der Amerikakarte «Novvs Orbis» von *Richard Hakluyt* in *Petrus Martyr* 'De orbe novo decades VIII', Ausgangsmeridian: *Toledo*, 4°02' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Toledo* 4°02' westlich von *Greenwich*..

4-9-2-3 Richard Hakluyt, Weltkarte, 1599

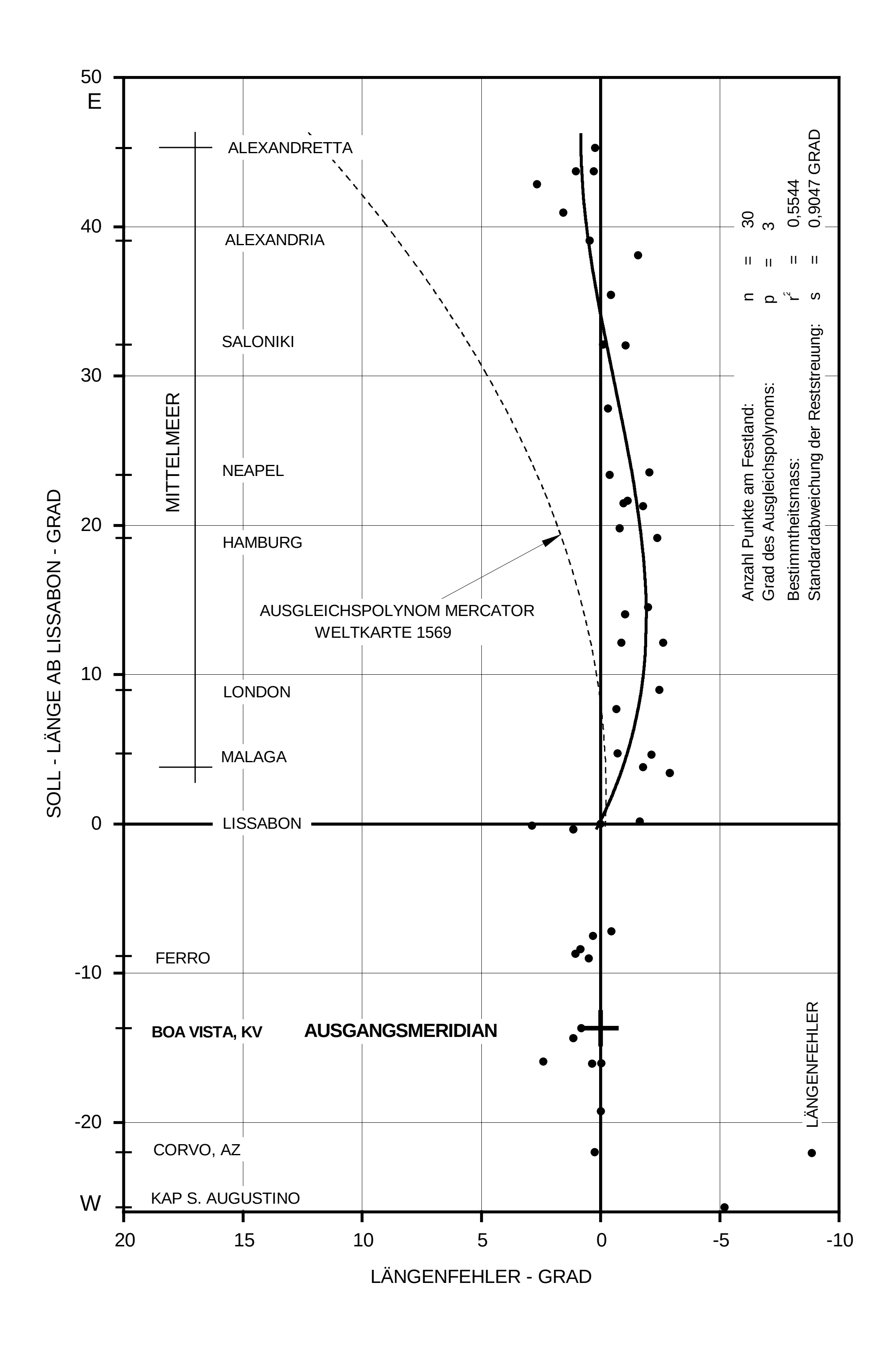


Abb. 4-9-2-3-a: Längenfehler der Weltkarte «Hydrographical Description of the World», von *Richard Hakluyt*, 1599. Ausgangsmeridian: *Boa Vista* 22°50' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

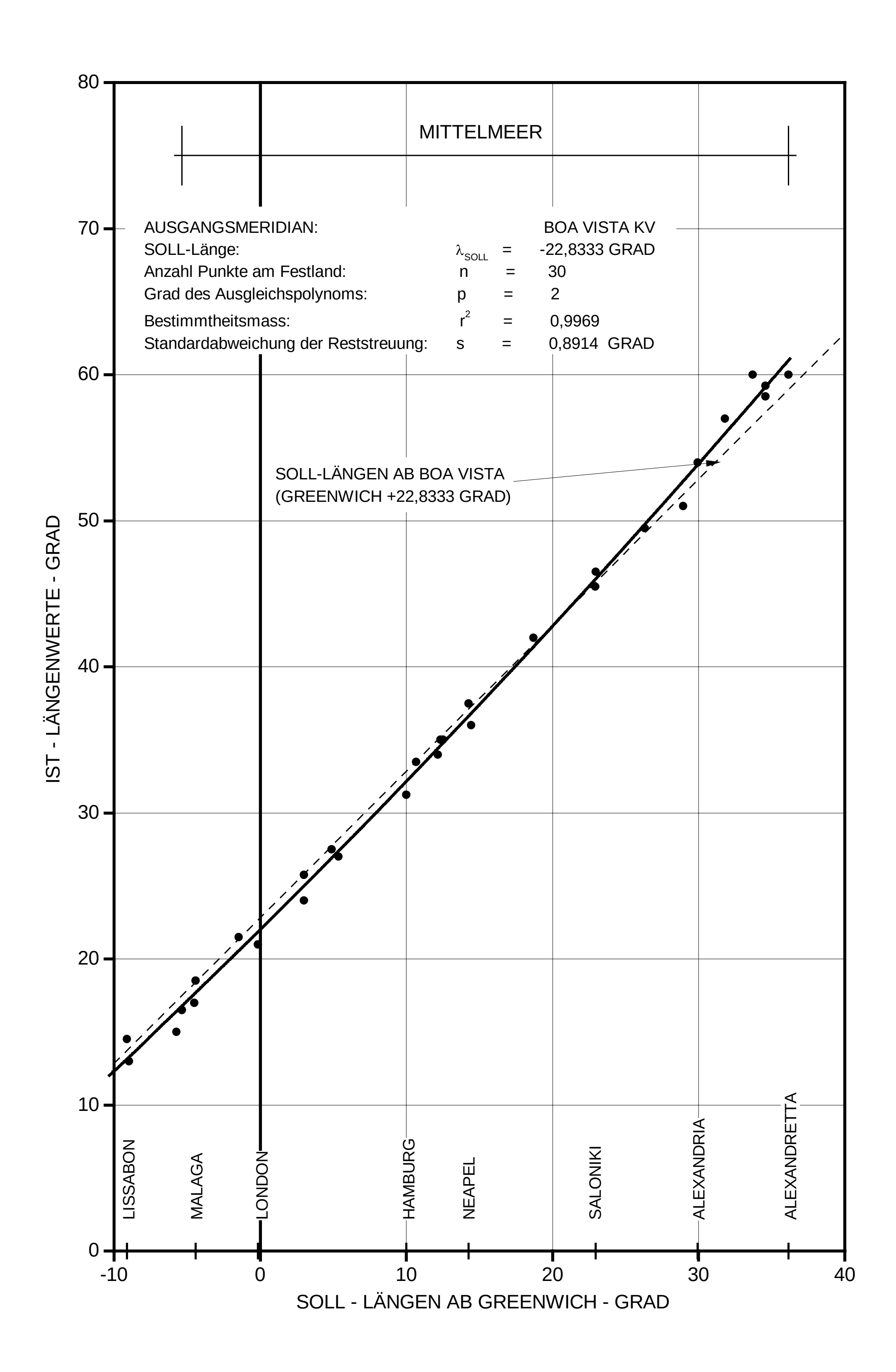


Abb. 4-9-2-3-b: Längenwerte der Weltkarte «Hydrographical Description of the World» von *Richard Hakluyt*, 1599, für den Festlandsbereich der Untersuchung. Ausgangsmeridian: *Boa Vista, Kap Verden*, 22°50' westlich von *Greenwich*.

NR	ORTSNAME	φ_{SOLL}	$\lambda_{GR/SOLL}$	$\lambda_{LIS/SOLL}$	φ_{IST}	$\lambda_{BOAV/IST}$	$\lambda_{LIS/IST}$	$\Delta\varphi$	$\Delta\lambda$
			SOLL	SOLL		WK	WK		WK
		GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD	GRAD
1	KAP S. AUGUSTINO		-34,8333	-25,7000		-6,0000	-20,5000		-5,2000
2	CORVO AZ		-31,1333	-22,0000		-7,7500	-22,2500		0,2500
3	PICO AZ		-28,4000	-19,2667		-4,7500	-19,2500		-0,0167
4	SANTA MARIA AZ, W		-25,2000	-16,0667		-1,9167	-16,4167		0,3500
5	S. MIGUEL AZ, E		-25,1667	-16,0333		-1,5000	-16,0000		-0,0333
6	SAN ANTONIO KV		-25,0667	-15,9333		-3,8333	-18,3333		2,4000
7	SANTIAGO KV		-23,5000	-14,3667		-1,0000	-15,5000		1,1333
8	BOA VISTA KV		-22,8333	-13,7000		0,0000	-14,5000		0,8000
9	FERRO KA, W		-18,1500	-9,0167		5,0000	-9,5000		0,4833
10	PALMA KA, Sta. Cruz		-17,8333	-8,7000		4,7500	-9,7500		1,0500
11	KAP VERDE		-17,5500	-8,4167		5,2500	-9,2500		0,8333
12	TENERIFFA KA, Pico		-16,6500	-7,5167		6,6667	-7,8333		0,3167
13	PORTO SANTO		-16,3333	-7,2000		7,7500	-6,7500		-0,4500
14	KAP DA ROCA		-9,5000	-0,3667		13,0000	-1,5000		1,1333
15	KAP FINISTERRE		-9,2667	-0,1333		11,5000	-3,0000		2,8667
16	LISSABON		-9,1333	0,0000		14,5000	0,0000		0,0000
17	KAP ST. VINCENT		-8,9833	0,1500		13,0000	-1,5000		-1,6500
18	LANDS END		-5,7333	3,4000		15,0000	0,5000		-2,9000
19	GIBRALTAR		-5,3500	3,7833		16,5000	2,0000		-1,7833
20	BREST		-4,5000	4,6333		17,0000	2,5000		-2,1333
21	MALAGA		-4,4167	4,7167		18,5000	4,0000		-0,7167
22	BAYONNE		-1,4667	7,6667		21,5000	7,0000		-0,6667
23	LONDON		-0,1667	8,9667		21,0000	6,5000		-2,4667
24	NARBONNE		3,0000	12,1333		25,7500	11,2500		-0,8833
25	MALLORCA, Z		3,0000	12,1333		24,0000	9,5000		-2,6333
26	AMSTERDAM		4,9000	14,0333		27,5000	13,0000		-1,0333
27	MARSEILLE		5,3667	14,5000		27,0000	12,5000		-2,0000
28	HAMBURG		10,0000	19,1333		31,2500	16,7500		-2,3833
29	LÜBECK		10,6667	19,8000		33,5000	19,0000		-0,8000
30	ROSTOCK		12,1500	21,2833		34,0000	19,5000		-1,7833
31	VENEDIG		12,3333	21,4667		35,0000	20,5000		-0,9667
32	ROM		12,5000	21,6333		35,0000	20,5000		-1,1333
33	NEAPEL		14,2500	23,3833		37,5000	23,0000		-0,3833
34	MALTA, Z		14,4167	23,5500		36,0000	21,5000		-2,0500
35	DANZIG		18,6833	27,8167		42,0000	27,5000		-0,3167
36	KORINTH		22,9167	32,0500		45,5000	31,0000		-1,0500
37	SALONIKI		22,9667	32,1000		46,5000	32,0000		-0,1000
38	KRETA, E		26,3000	35,4333		49,5000	35,0000		-0,4333
39	ISTANBUL		28,9500	38,0833		51,0000	36,5000		-1,5833
40	ALEXANDRIA		29,9167	39,0500		54,0000	39,5000		0,4500
41	DAMIETTA		31,8000	40,9333		57,0000	42,5000		1,5667
42	PEREKOP		33,7000	42,8333		60,0000	45,5000		2,6667
43	ASCALON		34,5833	43,7167		59,2500	44,7500		1,0333
44	ZYPERN, E		34,5833	43,7167		58,5000	44,0000		0,2833
45	ALEXANDRETTA		36,1333	45,2667		60,0000	45,5000		0,2333

Tab. 4-9-2-3: Längenfehler der Weltkarte «Hydrographical Description of the World» von *Richard Hakluyt*, 1599. Ausgangsmeridian: *Boa Vista* 22°50' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

4-9-*3 P. Vincenco Coronelli*, Globus 1688 und Atlas 1692

4-9-3-2 P. Vincenco Coronelli, Atlas, 1692

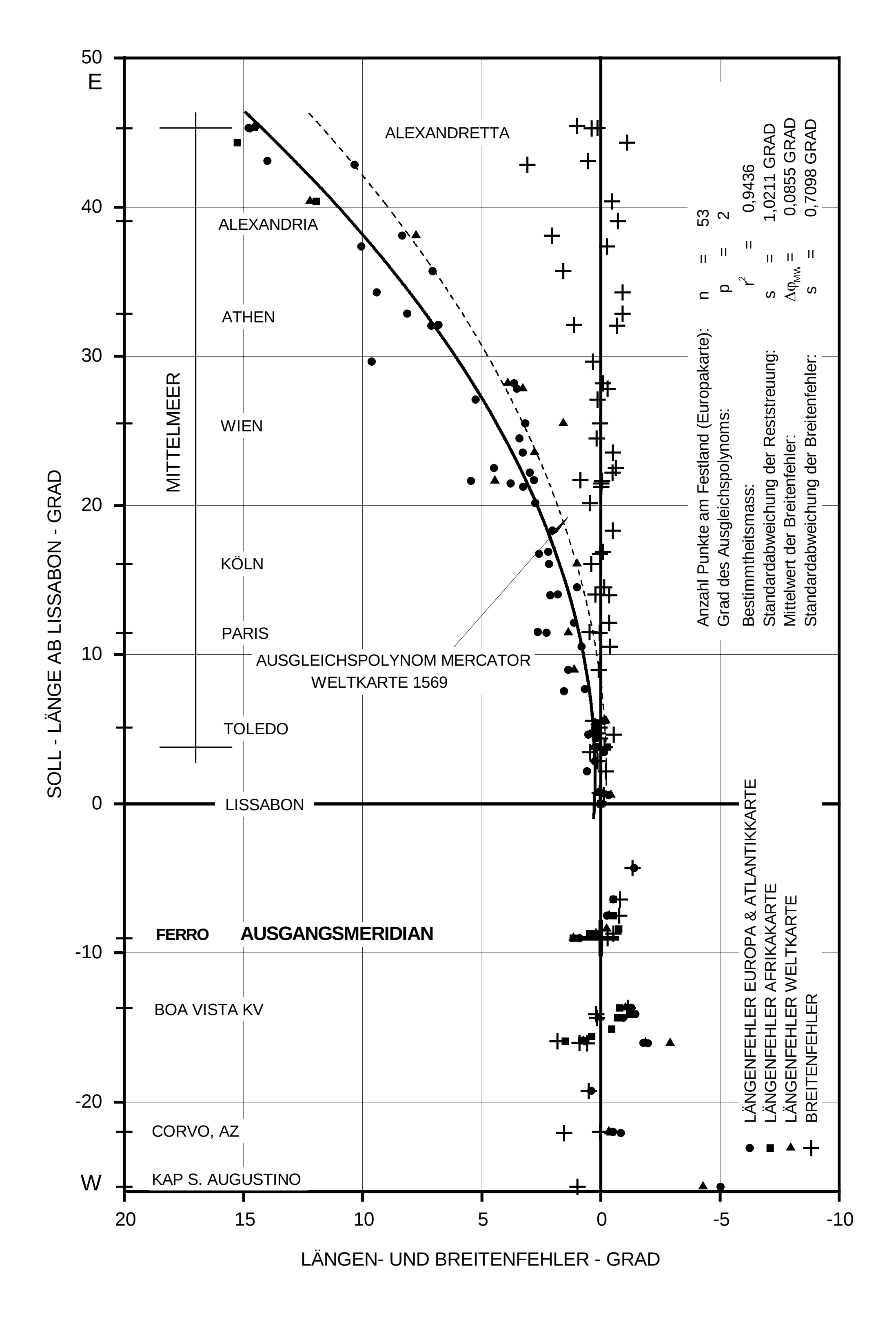


Abb. 4-9-3-2-a: Längen- und Breitenfehler von Vincenco Coronellis Europa-, Atlantik-, Welt- und Afrikakarten des Atlas 'Corso Geografico Universale' von 1692. Ausgangsmeridian: *Ferro, Punta Orchilla,* 18°09' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

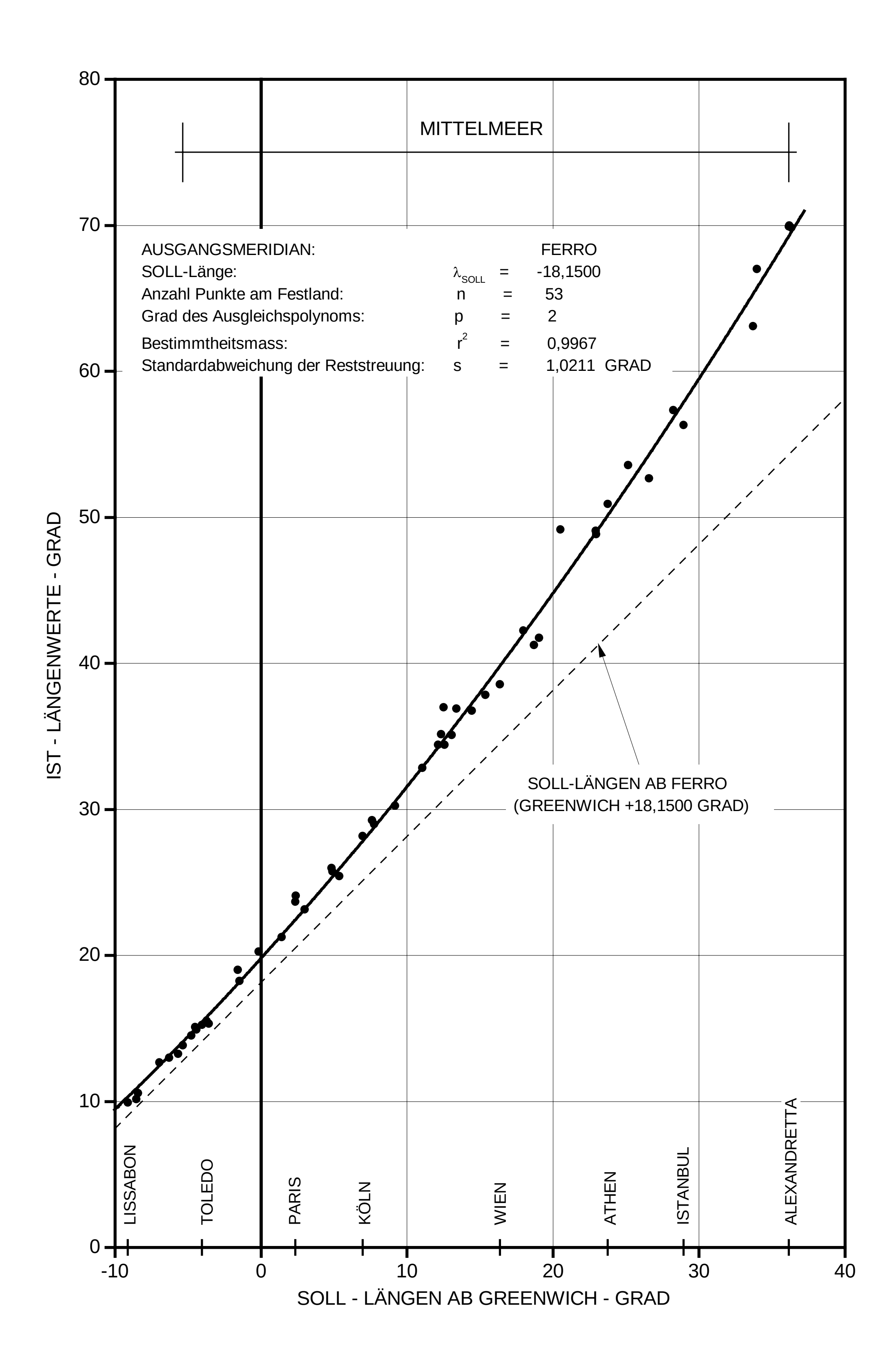


Abb. 4-9-3-2-b: Längenwerte von *Vincenco Coronellis* Europakarte des Atlas 'Corso Geografico Universale' von 1692 für den Festlandsbereich der Untersuchung. Ausgangsmeridian: *Ferro, Punta Orchilla*, 18°09' westlich von *Greenwich*.

NR	ORTSNAME	φ_{SOLL} SOLL GRAD	$\lambda_{GR/SOLL}$ SOLL GRAD	$\lambda_{LIS/SOLL}$ SOLL GRAD	φ_{IST} EK-ATL GRAD	$\lambda_{FERRO/IST}$ EK-ATL GRAD	$\lambda_{LIS/IST}$ EK-ATL GRAD	$\Delta\varphi$ EK-ATL GRAD	$\Delta\lambda$ EK-ATL GRAD
1	KAP S. AUGUSTINO	-6,9667	-34,8333	-25,7000	-7,9500	-10,7500	-20,6667	0,9833	-5,0333
2	FLORES AZ	39,2167	-31,2167	-22,0833	40,7500	-11,3333	-21,2500	1,5333	-0,8333
3	CORVO AZ	39,6833	-31,1333	-22,0000	39,7167	-11,5833	-21,5000	0,0333	-0,5000
4	PICO AZ, Z	38,4667	-28,4000	-19,2667	38,9667	-9,7500	-19,6667	0,5000	0,4000
5	S. MIGUEL AZ, E	37,5833	-25,1667	-16,0333	38,4833	-4,3333	-14,2500	0,9000	-1,7833
6	SAN ANTONIO KV	15,9667	-25,0667	-15,9333	17,7833	-6,6667	-16,5833	1,8167	0,6500
7	SANTA MARIA AZ, W	36,9500	-25,2000	-16,0667	37,5333	-4,1667	-14,0833	0,5833	-1,9833
8	SANTIAGO KV	14,8833	-23,5000	-14,3667	15,0333	-3,5000	-13,4167	0,1500	-0,9500
9	MAYO KV	15,1167	-23,2500	-14,1167	15,3167	-2,7500	-12,6667	0,2000	-1,4500
10	BOA VISTA KV	17,2167	-22,8333	-13,7000	16,0833	-2,5000	-12,4167	-1,1333	-1,2833
11	FERRO KA, W	27,7000	-18,1500	-9,0167	27,4167	0,0000	-9,9167	-0,2833	0,9000
12	PALMA KA, Sta. Cruz	28,7833	-17,8333	-8,7000	28,2667	1,0000	-8,9167	-0,5167	0,2167
13	TENERIFFA KA, Pico	28,2833	-16,6500	-7,5167	27,5167	2,6667	-7,2500	-0,7667	-0,2667
14	GRAN KAARIA KA, Z	27,9333	-15,5667	-6,4333	27,1333	4,0000	-5,9167	-0,8000	-0,5167
15	LANZAROTE KA, E	-29,1333	-13,4500	-4,3167	27,8000	7,0000	-2,9167	-1,3333	-1,4000
16	LISSABON [1)]	38,7333	-9,1333	0,0000	39,0000	9,9167	0,0000	0,2667	0,0000
17	SANTIAGO DE COMP.	42,8667	-8,5500	0,5833	42,7500	10,1667	0,2500	-0,1167	-0,3333
18	COIMBRA	40,2000	-8,4167	0,7167	40,2500	10,5833	0,6667	0,0500	-0,0500
19	BADAJOZ	38,8833	-6,9667	2,1667	38,6667	12,6667	2,7500	-0,2167	0,5833
20	CADIZ	36,5333	-6,3000	2,8333	36,6667	13,0000	3,0833	0,1333	0,2500
21	SALAMANCA	40,9667	-5,6667	3,4667	41,4167	13,2500	3,3333	0,4500	-0,1333
22	GIBRALTAR [2)]	36,1500	-5,3500	3,7833	36,0000	13,8333	3,9167	-0,1500	0,1333
23	CORDOBA	37,8833	-4,7667	4,3667	37,9167	14,5000	4,5833	0,0333	0,2167
24	BREST	48,3833	-4,5000	4,6333	47,8333	15,0833	5,1667	-0,5500	0,5333
25	MALAGA	36,7167	-4,4167	4,7167	36,8333	14,9167	5,0000	0,1167	0,2833
26	TOLEDO	39,8667	-4,0333	5,1000	39,9167	15,2500	5,3333	0,0500	0,2333
27	MADRID	40,4167	-3,7167	5,4167	40,4167	15,5000	5,5833	0,0000	0,1667
28	GRANADA	37,1667	-3,5833	5,5500	37,5000	15,3333	5,4167	0,3333	-0,1333
29	NANTES	47,2333	-1,5833	7,5500		19,0000	9,0833		1,5333
30	BAYONNE	43,5000	-1,4667	7,6667		18,2500	8,3333		0,6667
31	LONDON	51,5000	-0,1667	8,9667	51,5833	20,2500	10,3333	0,0833	1,3667
32	TOULOUSE	43,5500	1,4000	10,5333	43,1667	21,2500	11,3333	-0,3833	0,8000
33	PARIS	48,8667	2,3333	11,4667	48,9167	23,6667	13,7500	0,0500	2,2833
34	DÜNKIRCHEN	51,0333	2,3833	11,5167	51,5000	24,0833	14,1667	0,4667	2,6500
35	NARBONNE	43,1833	3,0000	12,1333	42,8333	23,1667	13,2500	-0,3500	1,1167
36	LYON	45,7667	4,8333	13,9667	45,4167	26,0000	16,0833	-0,3500	2,1167
37	AMSTERDAM	52,3500	4,9000	14,0333	52,5833	25,7500	15,8333	0,2333	1,8000
38	MARSEILLE	43,3000	5,3667	14,5000	43,1667	25,4167	15,5000	-0,1333	1,0000
39	KÖLN	50,9333	6,9500	16,0833	51,3333	28,1667	18,2500	0,4000	2,1667
40	BASEL	47,5500	7,6000	16,7333	47,5833	29,2500	19,3333	0,0333	2,6000
41	STRASSBURG	48,5833	7,7500	16,8833	48,5000	29,0000	19,0833	-0,0833	2,2000
42	KONSTANZ	47,6667	9,1667	18,3000	47,1667	30,2500	20,3333	-0,5000	2,0333
43	ERFURT	50,9667	11,0333	20,1667	51,4167	32,8333	22,9167	0,4500	2,7500
44	REGENSBURG	49,0167	12,1167	21,2500	49,0000	34,4167	24,5000	-0,0167	3,2500
45	VENEDIG	45,4333	12,3333	21,4667	45,4167	35,1667	25,2500	-0,0167	3,7833
46	ROM	41,8833	12,5000	21,6333	41,8333	37,0000	27,0833	-0,0500	5,4500
47	KOPENHAGEN	55,7167	12,5667	21,7000	56,5833	34,4167	24,5000	0,8667	2,8000

/Seite 2

NR	ORTSNAME	φ_{SOLL} SOLL GRAD	$\lambda_{GR/SOLL}$ SOLL GRAD	$\lambda_{LIS/SOLL}$ SOLL GRAD	φ_{IST} EK-ATL GRAD	$\lambda_{FERRO/IST}$ EK-ATL GRAD	$\lambda_{LIS/IST}$ EK-ATL GRAD	$\Delta\varphi$ EK-ATL GRAD	$\Delta\lambda$ EK-ATL GRAD
48	SALZBURG	47,9000	13,0500	22,1833	47,4167	35,0833	25,1667	-0,4833	2,9833
49	PALERMO	38,1333	13,3833	22,5167	37,5000	36,9167	27,0000	-0,6333	4,4833
50	PRAG	50,0833	14,4167	23,5500	49,5833	36,7500	26,8333	-0,5000	3,2833
51	GRAZ	47,0833	15,3667	24,5000	47,2500	37,8333	27,9167	0,1667	3,4167
52	WIEN	48,2167	16,3667	25,5000	48,2500	38,5833	28,6667	0,0333	3,1667
53	BRINDISI	40,6167	17,9500	27,0833	40,7500	42,2500	32,3333	0,1333	5,2500
54	DANZIG	54,3667	18,6833	27,8167	54,0833	41,2500	31,3333	-0,2833	3,5167
55	BUDAPEST	47,5000	19,0500	28,1833	47,4167	41,7500	31,8333	-0,0833	3,6500
56	BELGRAD	44,8333	20,5000	29,6333	45,1667	49,1667	39,2500	0,3333	9,6167
57	KORINTH	37,9333	22,9167	32,0500	37,2500	49,0833	39,1667	-0,6833	7,1167
58	SALONIKI	40,6333	22,9667	32,1000	41,7500	48,8333	38,9167	1,1167	6,8167
59	ATHEN	38,0000	23,7333	32,8667	37,0833	50,9167	41,0000	-0,9167	8,1333
60	CANDIA	35,3333	25,1333	34,2667	34,4167	53,5833	43,6667	-0,9167	9,4000
61	EDIRNE	41,6667	26,5667	35,7000	43,2500	52,6667	42,7500	1,5833	7,0500
62	RHODOS	36,4333	28,2333	37,3667	36,1667	57,3333	47,4167	-0,2667	10,0500
63	ISTANBUL	41,0333	28,9500	38,0833	43,0833	56,3333	46,4167	2,0500	8,3333
64	ALEXANDRIA [3)]	31,2167	29,9167	39,0500	30,5000			-0,7167	
65	KAIRO [3)]	30,0500	31,2500	40,3833	29,5833			-0,4667	
66	PEREKOP	46,1667	33,7000	42,8333	49,2500	63,0833	53,1667	3,0833	10,3333
67	FAMAGUSTA	35,1167	33,9500	43,0833	35,6667	67,0000	57,0833	0,5500	14,0000
68	TYRUS [3)]	33,2667	35,2000	44,3333	32,1667			-1,1000	
69	ALEXANDRETTA	36,6167	36,1333	45,2667	37,0000	69,9167	60,0000	0,3833	14,7333
70	ANTIOCHIA	36,2000	36,1667	45,3000	36,3333	70,0000	60,0833	0,1333	14,7833
71	DAMASKUS	33,5000	36,3167	45,4500	34,5000	69,8333	59,9167	1,0000	14,4667

Werte bis *Lanzarote* aus Karte \Mare del Nord\, Werte von *Lissabon* und weiter östlich, \Parte Occidentale dell' Europa\ und \Parte Orientale dell' Europa\

[1)] Karte \Mare del Nord\ auf *Lissabon* mit 10°10' umgerechnet

[2)] Längenwert für *Gibraltar* auf der Afrikakarte 13°40'

[3)] Breitenwerte aus der Afrikakarte

Tab. 4-9-3-2-a: Längen- und Breitenfehler von *Vincenco Coronellis* Europa- und Atlantikkarten des Atlas 'Corso Geografico Universale' von 1692. Ausgangsmeridian: *Ferro*, *Punta Orchilla*, 18°09' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.

NR	ORTSNAME	$\lambda_{GR/SOLL}$ SOLL GRAD	$\lambda_{LIS/SOLL}$ SOLL GRAD	$\lambda_{FERRO/IST}$ WK GRAD	$\lambda_{LIS/IST}$ WK GRAD	$\Delta\lambda$ WK GRAD	$\lambda_{FERRO/IST}$ AFK GRAD	$\lambda_{LIS/IST}$ AFK GRAD	$\Delta\lambda$ AFK GRAD
1	KAP S. AUGUSTINO [1]	-34,8333	-25,7000	-11,2500	-21,4167	-4,2833			
2	FLORES AZ [1]	-31,2167	-22,0833	-11,5000	-21,6667	-0,4167			
3	CORVO AZ [1]	-31,1333	-22,0000	-11,5000	-21,6667	-0,3333			
4	S. MIGUEL AZ, E [1]	-25,1667	-16,0333	-4,0000	-14,1667	-1,8667			
5	SAN ANTONIO KV [1]	-25,0667	-15,9333	-6,5000	-16,6667	0,7333			
6	SANTA MARIA AZ, W [1]	-25,2000	-16,0667	-3,0000	-13,1667	-2,9000			
7	S. ANTONIO KV	-25,0667	-15,9333				-7,2500	-17,4167	1,4833
8	S. VINCENTE KV	-25,0000	-15,8667				-6,5000	-16,6667	0,8000
9	S. LUCIA KV	-24,7500	-15,6167				-5,8333	-16,0000	0,3833
10	S. NICOLAS KV	-24,2500	-15,1167				-4,5000	-14,6667	-0,4500
11	SANTIAGO KV [1]	-23,5000	-14,3667	-4,2500	-14,4167	0,0500	-3,5000	-13,6667	-0,7000
12	MAYO KV [1]	-23,2500	-14,1167	-2,6667	-12,8333	-1,2833	-2,7500	-12,9167	-1,2000
13	BOA VISTA KV [1]	-22,8333	-13,7000	-2,5000	-12,6667	-1,0333	-2,7500	-12,9167	-0,7833
14	FERRO KA, W	-18,1500	-9,0167	0,0000	-10,1667	1,1500	0,0000	-10,1667	1,1500
15	PALMA KA, Sta. Cruz	-17,8333	-8,7000	1,2500	-8,9167	0,2167	1,0000	-9,1667	0,4667
16	KAP VERDE	-17,5500	-8,4167	2,0000	-8,1667	-0,2500	2,5000	-7,6667	-0,7500
17	TENERIFFA KA, Pico	-16,6500	-7,5167	3,0000	-7,1667	-0,3500	3,1667	-7,0000	-0,5167
18	GRAN KANARIA KA, Z	-15,5667	-6,4333				4,2500	-5,9167	-0,5167
19	LISSABON [3]	-9,1333	0,0000	10,1667	0,0000	0,0000			
20	SANTIAGO DE COMP.	-8,5500	0,5833	10,3333	0,1667	-0,4167			
21	COIMBRA	-8,4167	0,7167	11,0000	0,8333	0,1167			
22	GIBRALTAR [2]	-5,3500	3,7833	14,2500	4,0833	0,3000	13,6667	3,5000	-0,2833
23	BREST	-4,5000	4,6333	15,2500	5,0833	0,4500			
24	TOLEDO	-4,0333	5,1000	15,5000	5,3333	0,2333			
25	MADRID	-3,7167	5,4167	15,8333	5,6667	0,2500			
26	GRANADA	-3,5833	5,5500	15,5000	5,3333	-0,2167			
27	LONDON	-0,1667	8,9667	20,2500	10,0833	1,1167			
28	PARIS	2,3333	11,4667	23,0000	12,8333	1,3667			
29	KÖLN	6,9500	16,0833	27,2500	17,0833	1,0000			
30	ROM	12,5000	21,6333	36,2500	26,0833	4,4500			
31	PRAG	14,4167	23,5500	36,5000	26,3333	2,7833			
32	WIEN	16,3667	25,5000	37,2500	27,0833	1,5833			
33	DANZIG	18,6833	27,8167	41,2500	31,0833	3,2667			
34	BUDAPEST	19,0500	28,1833	42,2500	32,0833	3,9000			
35	ISTANBUL	28,9500	38,0833	56,0000	45,8333	7,7500			
36	KAIRO [4]	31,2500	40,3833	62,7500	52,5833	12,2000	62,5000	52,3333	11,9500
37	TYRUS [4]	35,2000	44,3333				69,7500	59,5833	15,2500
38	ENDE MITTELMEER	36,1333	45,2667	70,0000	59,8333	14,5667			

[1] Weltkarte, Werte aus \Planisfero del Mondo Nuovo\, andere Werte: \Planisfero del Mondo Vecchio\
[2] *Gibraltar* in dem \Planisfero del Mondo Vecchio\ nach der Küstenlinie bestimmt, in Afrikakarte 13°40'
[3] Karte Afrika auf Lissabon mit 10°10' umgerechnet
[4] Längenwerte Afrika aus der Karte Ostafrika

Tab. 4-9-3-2-b: Längenfehler von *Vincenco Coronellis* Welt- und Afrikakarte des Atlas 'Corso Geografico Universale' von 1692. Ausgangsmeridian: *Ferro*, *Punta Orchilla*, 18°09' westlich von *Greenwich*. Bezugsmeridian der Längenfehler: *Lissabon*.